

大学生からの情報リテラシー

広島大学情報科目ワーキング 編

2018年6月4日

執筆者・担当章

第1章 稲垣 知宏, 村上祐子

第2章 宮尾 淳一

第3章 森本 康彦

第4章 宮尾 淳一

第5章 山本 幹雄

第6章 平川 真

第7章 匹田 篤

第8章 海堀 正博

編集 稲垣 知宏, 村上祐子



はしがき

情報化の流れは速く、必要となる技能も新たなものに置き換えられていく。例として一般に扱われる情報量について考えてみる。1980年代当時、データの保存に利用されていたフロッピーディスクで扱われていたのはおよそ1メガバイトという単位のデータである。1980年代後半に登場したCDによって扱われるデータは一気に千倍の1ギガバイトという単位になった。現在、普及しているスマホでは少なくともその十倍となる10ギガバイト単位のデータを保存でき、携帯用のハードディスクの容量はフロッピーディスクの百万倍の1テラバイトという単位のデータも保存できる。また、大容量のオンラインストレージを利用することで、データを携帯することなく必要なデータを取り出したり共有したりすることも容易である。

1980年代、大学での情報教育は理系の学生向けのプログラミング教育であった。1980年代の後半以降、これにワープロ、表計算といったアプリケーションの教育が加わった。1990年代になりインターネットの普及に合わせて、電子メール、World Wide Web (WWW) 等の教育を行うようになり、情報教育以外の科目でもインターネットが活用されるようになった。2000年代に入るとインターネットの陰の面が問題視されるようになり、大学でも情報セキュリティ、情報倫理教育の重要性が高まった。大学での情報教育は情報化の進展とともに変わってきているが、例え最新の情報環境について学んだとしても、5年後、10年後の状況に対応するのに役立つとは限らないし、多くの技能は、より新しいものに置き換えられてしまうだろう。

本書では、末長く役立つ内容として、最新の技能よりもその背後にある考え方に重きを置いて構成している。情報環境とその活用に関連する情報科学の基礎的な考え方は普遍的な知識として末長く役立つであろう。膨大な調査結果がインターネット上に溢れる中、情報の調査の基礎について学ぶことも重要である。情報化の進展は人々のコミュニケーションにも大きな影響を与えており、その基本についても触れておきたい。何らかの形で情報を発信することも多い中、情報のデザインといった考え方に触れることも重要であろう。これら全てについて必要な知識を網羅することはできないが、基礎的な考え方について大学生のレベルで記述することを試みた。

2018年3月
稲垣知宏

目次

第1章	情報倫理	5
1.1	情報化の進展	5
1.2	関連する権利と法規	9
1.2.1	プライバシー権と表現の自由	9
1.2.2	著作権の保護とオープン化の流れ	10
1.3	問題解決に向けて	12
1.3.1	情報倫理とジレンマ	12
第2章	情報の表現	15
2.1	パケット通信量の制限	15
2.2	情報量	16
2.3	文字情報の表現とサイズ	17
2.4	画像情報の表現とサイズ	20
2.5	動画像情報の表現とサイズ	22
2.6	音情報の表現とサイズ	23
2.7	サイズの比較	24
第3章	論理回路とコンピュータ	26
3.1	論理代数と論理演算	26
3.2	論理回路	29
3.3	計算機の構成	32
3.4	コンピュータのしくみ	34
3.5	基本ソフトウェアと応用ソフトウェア	36
	参考文献	37
第4章	コンピュータネットワーク	38
4.1	文字の入力	38
4.2	パケット通信（蓄積交換通信）と回線交換通信	38

4.3	3G, 4G(LTE), Wi-Fi について	40
4.4	インターネット	42
4.5	安全な通信	45
4.6	悪意のあるプログラム（コンピュータウィルス他）	46
4.7	WWW とその記述方法	48
第 5 章	情報アクセシビリティ	51
5.1	情報アクセシビリティとは	51
5.2	なぜアクセシビリティが必要なのか	52
5.3	情報活用と利用者の多様性	53
5.4	情報支援技術	55
5.4.1	OS 標準搭載のアクセシビリティ機能	55
5.4.2	その他の情報支援技術	56
5.5	Web コンテンツとアクセシビリティ	57
	参考文献	59
第 6 章	アンケート調査	60
6.1	はじめに	60
6.2	アンケート調査とは何か	61
6.3	アンケート調査の結果は信頼できるか	61
6.4	妥当な調査を実施するために	62
6.5	まとめ	68
	参考文献	69
第 7 章	情報デザイン	71
7.1	情報をデザインするということの大きな波	71
7.1.1	情報の並べ方	73
7.1.2	LATCH	74
7.1.3	情報の爆発	75
7.1.4	理解の概観	75
7.2	都市のイメージと地図のデザイン	76
7.2.1	都市をイメージする五つの要素	77
7.3	人間と情報，無意識のうちの解釈	78
7.3.1	メディアリテラシー	78
7.3.2	メディアコミュニケーションの限界とコンテキスト	79

第 8 章	防災情報とその利用	82
8.1	はじめに	82
8.2	広島県防災 Web について	83
8.2.1	はじめに	83
8.2.2	広島県防災 Web を開く	83
8.2.3	土砂災害ハザードマップを見てみよう	84
8.2.4	雨量情報を見てみよう	86
8.3	雨量データの活用法の一例	90
8.3.1	雨量データの表示とダウンロード	90
8.3.2	雨量データの整理表の準備	92
8.3.3	数式の入力	92
8.3.4	データの入力	94
8.3.5	C 列「60 分雨量」への数式の入力	95
8.3.6	D 列「120 分雨量」への数式の入力	96
8.3.7	E 列「180 分雨量」への数式の入力	96
8.3.8	数値の大きさに応じてセルや数値に色を付ける	97
8.4	おわりに	104

第1章 情報倫理

正しい行為，取るべき行動の集まりを規定することを道徳と呼ぶのに対して，どのような行為が正しいのか，どのような行動をとるべきなのかを判断する理を倫理と呼ぶ。特に，情報化の進展とともにあらわになってきた問題をどのように考えるべきかについての理論的枠組みが情報倫理である。最新の情報環境に囲まれた現場では，著作権法等，関連法規の適用範囲を超えている，慣習がまだできあがっていないといった課題に遭遇することも少なくない。大学生からの情報リテラシーとしては，単に何々をしてはいけないといったルールを覚えてそれを守るだけではなく，関連法規，社会の慣習，背後にある文化などを考慮した上で，人間性に立ち戻って問題解決について検討する力を養うことが大切である。

本章では，情報化の進展によって生じた問題について，いくつかの例を概観し，関連する権利と法規について学ぶ。また，ジレンマ問題について考えることで問題解決に必要な力を身につける。

1.1 情報化の進展

情報化が進展し，コンピュータとネットワークが広く普及した現代社会においては，情報環境を利用することなしに生活することは考えにくい。大学生活においても，授業の履修手続き，事務連絡，授業資料の閲覧，サークル活動等でのコミュニケーション，就職情報の収集等の様々な活動において，情報環境の利用が前提となる。しかし，新しい機能が提供されたり従来の機能が改善，増強されることで，生活が便利になっていくのと同時に，それまでは無視できていた問題が顕在化するようになり全く新しい問題が生じる場合もある。

大学生が身近に接する情報環境においても，情報の受け手として，また送り手として様々な問題に関わることになる。幾つかの例を挙げるので，どの

ような問題があるか考えてみて欲しい¹。

(a) 自分の身に降りかかるリスク

就職活動中の A さんに見知らぬ携帯電話の番号から電話がかかってきました。インターネットで電話番号を検索しても発信源が特定できません。A さんはこの電話にかけ直すべきか悩んでいます。もし、就職活動中の企業からの電話ならば、かけ直さないと選考から落ちてしまうかもしれません。しかしながら、企業からの電話だとしても、携帯電話からかけてくるような会社は情報管理の観点から信用できないのではないかと考えてしまいます。あなたが A さんの立場ならば、電話をかけ直しますか、放置しますか。

例 (a) は、就職活動をしている学生が感じたプライバシーに関わる疑問である。就職活動は将来に関わるだけに慎重に対応すべきである。就職活動における電話対応について、インターネットや書籍で調べてみると、企業の採用担当に失礼のないように、と事細かに注意事項が書いてある。一方で、丁寧に電話対応をしようとしたために、犯罪に巻き込まれる学生もあり、知らない携帯電話からの着信を受ける際には様々なリスクがあることを認識し、最適な対応を模索しなくてはならない。

(b) 自分と先輩の関係に関わるリスク

初めて訪れる X 国の空港に深夜になって到着した B 先輩から次のような電話連絡がありました。「到着後、印刷したはずの宿泊予定のホテル案内を忘れたことに気づきました。ホテルの名前も覚えていません。電子メールを確認できれば宿泊予定のホテルが分かりますが、借りてきた携帯電話は通話しかできません。アカウントとパスワードを伝えるのでメールを確認してもらえませんか。」あなたが B 先輩から依頼された立場ならば、アカウントとパスワードを聞きますか、聞きませんか。

例 (b) では、電子メールを確認するためのアカウントとパスワードが問題になっている。パスワードは誰にも教えてはいけないといったルールをよく見かけるが、この例では、B 先輩はパスワードを伝えないと、ホテルに到着できない。B 先輩の事情は理解できるが、今後、B 先輩に届いたメールの内容を漏らしたなどと疑われるリスク等も考慮して対応を検討すべきである。

¹ここで挙げた例はフィクションであり、実在の人物、組織とは一切関係ありません。

(c) 社会秩序とリスク

A 国の大統領選に B 候補, C 候補の二人が立候補しています。選挙の 1 週間前に, C 候補による国の安全に関わる不正疑惑が浮上しました。疑惑であることを強調して報道したとしても, 不正が事実であると考えて行動する人々が現れて, 投票結果に影響する可能性があります。選挙が始まるまでに疑惑の真偽を確かめることは時間的に難しく, X テレビ局では投票前のタイミングで C 候補の不正疑惑を報道するべきかどうか悩んでいます。あなたが X テレビ局のディレクターなら, 投票前に報道しますか, 報道しませんか。

例 (c) では, テレビ局の報道姿勢が問題になっている。C 候補の不正について, 疑惑として報道したとしても, 報道内容の一部がネットで取り上げられて話題になることも少なくないし, 投票結果に重大な影響を与える可能性がある。疑惑が真実でなかった場合には, 報道の信頼性を損ない, その責任を負って担当を外されるかもしれない。X テレビ局が報道しなかったとしても, 他社による報道は止められないし, その場合, 大きな利益を他社に譲ることになる。

(d) 社会的契約と個人の権利

ある離島では, 医師に週 1 回の回診をお願いしています。ある時, 製薬会社から離島の住民に対して, 最新医療型 AI を提供したいという申し出がありました。AI を導入すると 365 日 24 時間, 検査と治療が行えます。診療データを提供することで, AI の運用コストは医師の回診と同程度でよいそうです。町にはどちらか一方を採用するだけの予算しかありません。町民の意見は, 回診を継続するか, AI を導入するかで, ほぼ同数に分かれ, 町長に一任することになりました。あなたが町長ならば, 回診を継続しますか, AI を導入しますか。

めまぐるしく進展する情報化社会にあっては, 情報倫理に関連しても, 新たな視点で考えるべき問題が常に発生してくる。ルール作りが追いついていなかったり, 昔からある類似の事例から判断するのが難しい問題も少なくない。ここであげたのは AI に関する問題である。新しい技術により生活が便利になるのは歓迎すべきであるが, その導入コストをどのような形で負担するか, どのようなリスクを想定するかについては, 十分な検討が必要である。

(b) では「アカウントやパスワードを他人に教えてはいけない」という規則に対する是非を問う問題になっています。我々は日常において、ルールを超えなければならない状況に頻繁に遭遇しています。例えば著作権法について以下の2つの場合を考えてみましょう。

もし、あなたが離島に釣りに行った先輩から「今日発売の漫画の内容を今すぐ知りたいので、漫画の画像を撮影して、SNSで送ってほしい。」と連絡を受けたら、どう対処するべきでしょうか。漫画の内容を撮影して送ることは明らかに著作権法違反であるため、先輩の要望には応えるべきではありません。先輩の要望に応えなければ、先輩との関係が悪くなるなどの不都合も考えられるかもしれませんが、それらは法律を違反せざるをえない状況だとは言えません。一方で次の場合を考えてみましょう。戦災で大学図書館を失ったS国で研究をしている友人から次のような連絡を受けたとき、あなたはどのように対処するべきでしょうか。「研究活動のために、ある論文の情報が必要です。あなたの大学は論文出版社との契約により無料で論文をダウンロードできるようなので、必要な論文をダウンロードしてメールで送ってほしい。」論文出版社と大学の間の契約である以上、論文の利用は大学関係者のみに限定されているはずです。したがって、これも友人の依頼を受けることは著作権法に違反してしまうと考えられるでしょう。しかしながら、研究費の潤沢な国の研究者とそうでない国の研究者でアクセスできる研究成果に大きな差が生じている状況は大きな問題です。この場合、著作権法の遵守のみを優先して決断を下すのではなく、このような社会的問題を解決するために、与えられた規則の中で自分がどのような行動がとれるのか深く考えることが大切です。例えば、法的に問題のない方法として、あなた個人が大学を経由せずに論文の電子データを購入し、論文の閲覧に必要なダウンロードコードなどを友人に教えてあげるなどといった方法が考えられます。法律や大学規則など組織で決められた規則に従おうと行動するのは大切なことです。しかしながら、「単に既存のルールに従うべきだ」という考えではなく、場合によっては「規則を守るだけでは問題の解決にならないかもしれない」という視点も持つべきです。そして、規則の中で自分がどのように問題に対処するべきだろうか、ということを考え、行動する能力が我々には求められているのです。

1.2 関連する権利と法規

前節で挙げた以外にも様々な問題があるし、毎年のように新しい問題が生じている。自分自身の身の回りで情報倫理に関係する問題が生じた際に、どのように考え行動すると良いのであろうか。情報倫理の諸問題について、関係する権利とそれを守るための法律が考え方の基礎を与えてくれる場合がある。

1.2.1 プライバシー権と表現の自由

私生活をみだりに公開されない権利としてのプライバシー権は、日本国憲法第三章「国民の権利及び義務」に位置する十三条によって保護される人格権の一部と考えられる。1.1 の例 (b) でも出てきた個人の写真を無断で公開されない権利である肖像権は、プライバシー権の一部と位置付けることができる。

日本国憲法十三条

すべて国民は、個人として尊重される。生命、自由及び幸福追求に対する国民の権利については、公共の福祉に反しない限り、立法その他の国政の上で、最大の尊重を必要とする。

急速に進展する情報化の中、個人情報 の有用性に配慮しながら、個人の権利利益を保護することを目的とした個人情報 の保護に関する法律（個人情報保護法）が、2003 年 5 月に公布され 2005 年 4 月に全面施行された。個人情報保護法では、個人情報を「生存する個人に関する情報であつて、当該情報に含まれる氏名、生年月日その他の記述等により特定の個人を識別できるもの」と定義している。二十五条では、本人から求めに応じて保有個人データを開示しないといけな いとし、また、二十六条では、本人から事実でないという理由で訂正を求められた際には訂正しないといけな いとする等、個人情報を本人が積極的にコントロールするための法整備が進んでいる。

マイナンバー制度の導入に合わせ、定義の明確化、個人情報の適正な活用・流通の確保、グローバル化への対応等を目的とした改正個人情報保護法が 2015 年 9 月に公布され、2 年以内に全面施行されることになっている。これに伴い、2016 年 1 月、個人情報保護法を所轄する個人情報保護委員会が発足している。マイナンバーの導入は、個人情報の保護について新たな議論、展開を引き起こすのではないかと予想されている。

もう一つ配慮する必要があるのが表現の自由である。表現の自由は日本国憲法二十一条第一項で保障されている。

日本国憲法二十一条第一項

集会，結社及び言論，出版その他一切の表現の自由は，これを保障する。

これは，言論，出版等による表現が国家権力に妨げられることのないこと，また国民の知る権利についての保障と考えることができる。日本国憲法十三条では，「公共の福祉に反しない限り」といった制限があり，また「最大の尊重を必要とする」とされているのに対して，二十一条第一項では，「表現の自由は，これを保障する」となっており，より強い表現と見ることができる。だからといって表現の自由は制限なく認められるわけではなく，公の秩序又は善良の風俗に反する，他の基本的人権を侵害する等の場合には必ずしも認められないと考えるべきである。差別表現，ヘイトスピーチ，わいせつな表現等がこれに該当し，規制の対象となる。

1.2.2 著作権の保護とオープン化の流れ

著作物と著作者，及び著作者の権利は，著作権法の中で定義され保護されている。日本では，著作権は著作物を創作することで，登録手続き等なしに生じる権利であり，著作者の死後五十年を経過するまでの間，存続する。ただし，映画については著作物の公表後七十年を経過するまでの間，存続する等，保護期間に特例が定められている場合がある。

一方，私的使用のための複製等，著作権が制限される場合がある。引用については著作権法で認められているが，出所を明示しなければならない。学校その他の教育機関における複製等，試験問題としての複製等については著作権者の利益を不当に害することのない範囲で認められている。私的使用のための複製であっても，映画の盗撮については，映画の盗撮の防止に関する法律により特例とされている。

著作権を国際的に保護するための条約に「文学的及び美術的著作物の保護に関するベルヌ条約（ベルヌ条約）」がある。ベルヌ条約は1886年スイスのベルヌで創設され，17ヶ国が加盟した。日本も1899年に加盟している。その後，数度の改正を経て，1971年パリ改正条約が成立し，日本は1972年に署名，1975年に批准している。現在までに，169か国がベルヌ条約に加盟しており，加盟国間で著作権を保護している。保護期間は著作者の生存の間及びその死後五十年としているが，より長い保護期間を許与することも認めている。出所を明示した上での引用についても適法とすることが示されている。

情報化の進展に伴い、誰もが簡単にデジタルデータを配信できるようになった。また、デジタルデータはオリジナルと全く同一の複製を作成できる。著作権法は、情報化の進展に応じて頻繁に見直されており、2009年の改正で違法に配信された音楽・映像を複製することが著作権侵害とされ、2012年の改正でその刑事罰化について規定された。2014年の改正では電子書籍に対応した出版権が整備される等の改正がされている。国際的にも、デジタルコンテンツに関する著作権を保護することを目的の一つとして、国連の専門機関である世界知的所有権機関(WIPO)がベルヌ条約を補完する形で「著作権に関する世界知的所有権機関条約(WCT)」を提唱し、2002年に発行している。

著作物を含む知的財産の国際競争力を高めることは国の経済発展に結びついており、国家戦略の中でも検討されてきた。大学は、知的財産の創造をリードする世界トップレベルの基礎研究を期待されている。知的財産戦略大綱に基づいて2002年12月に公布され翌2003年4月に施行された知的財産基本法では、著作権を含む知的財産権について大学等の責務が定義されている。

インターネットの普及に合わせて著作権保護のための規定が制定されていく一方で、作品を広く普及させるための新しいライセンス形態も登場している。著作権の一部、もしくは全部を放棄すると、著作物が多くの人の間で共有されるようになる可能性がある。²学術論文であれば、より多くの研究者が参照することで引用数が増え、著者の業績になるし、掲載した論文の引用数が増えることで学術誌の影響度を示すインパクトファクターも上昇する。

著作権が放棄される、もしくは著作権の保護期間が経過するとその著作物はパブリックドメインとなる。その著作物が自由に使えるようになるかというと、それに関わる他の権利についても考慮する必要がある。対して、著作権を放棄するのではなく、著作物を自由に使ってよいという意思表示をすることで、著作物の普及を図るという考え方がある。よく利用されているのが、クリエイティブ・コモンズ・ライセンスである。クリエイティブ・コモンズ・ライセンスでは著作権者が作品を自由に利用してよい条件を示すことで、クリエイティブ・コモンズ・ライセンスに示された利用許諾の元で、作品の普及を図っている。著作物から派生した二次創作同人誌を作成し配布することを許諾する同人マーク・ライセンスといった新しいライセンス形態も発案されている。大学等で正規に提供された講義情報をインターネットで無償公開する活動として知られているオープンコースウェア(OCW)は、クリエイティ

²著作権に含まれる著作人格権を放棄することについては、ベルヌ条約、日本の著作権法では規定がなく、放棄できるか否かについての論争がある。

ブ・コモンズ・ライセンスで講義情報が公開されている。

1.3 問題解決に向けて

前節で述べた他にも情報倫理の問題と関係する様々な条約、法律があり、その内容も時代とともに変わってきている。しかしながら、情報化社会の変化のスピードは非常に速く、法律による規制が追いついていないがゆえに生じる問題もあるだろう。たとえば、最先端の情報技術を開発していく中で、現在は高度で専門的な問題³が、法整備を待たずして身近なものになっていくなかで情報倫理の問われる問題に出くわすこともあるだろう。このような時、生じた問題に応じて最新の関連法規を調べ対処していくことはもちろんであるが、問題について既存のルールを越えて考える能力を身につけておく必要がある。

問題によっては、所属する組織のルール、大学生であれば大学の定めたルールについても配慮しなくてはならない。その問題に個人として関わっているのか、組織の一員として関わっているのかの線引きをした上での対応も必要になってくるが、日本ではその意識が低いといった課題も指摘されている。⁴本節の目的は、相反する複数の意見を例に、大学生としての情報倫理の考え方について探ることで、より高いレベルの情報倫理観を身につけることである。

1.3.1 情報倫理とジレンマ

倫理観の育成に有効な方法のひとつに、ジレンマ教材がある。ジレンマ教材とは、ある状況における道徳的価値観の葛藤を描いた物語である。回答者はジレンマ教材で語られている状況に陥った場合を想定し、様々な状況を考えながら、問題文中に指定された複数の解決法のうちひとつを選ばなければならない。このように、回答者が解決法を選択する過程に遭遇する葛藤を通して、倫理観の発達を促していく。最終的にどの解決法を選んだのかはそれほど重要ではない。

「より高度な情報倫理観を身につける」前に、自分がどの程度の情報倫理観を持っているのかを確認しておく。情報倫理観を調べるにはいろいろな指

³例えば、ドローン等を使った無人兵器開発やサイバーテロといった問題が挙げられる。

⁴ある大学生が社会的な規律を破っていることがインターネット上に公開されたために、大学全体の品位を問われるなど、問題になっている。

標が考えられているが、ここでは、どのような観点で問題を捉えているかを基準にしてみる。

1.1 節の各例は、現在の情報環境において相反するふたつの意見を提示した情報倫理ジレンマ教材になっている。最後の文で、(a) であれば、電話をかけ直すか、放置するか、(b) であれば、アカウントとパスワードを聞くか、聞かないか、(c) であれば報道するか、報道しないか、(d) であれば回診を継続するか、AIを導入するかという二つの異なる立場が示されている。各例を読んで、それぞれの立場について、そうする理由、そうすべきでない理由を考える。

(a) は自分自身の情報に関する話題、(b) は直接知っている先輩の情報に関する話題、(c) は直接の面識はない選挙の候補者の情報に関する話題、(d) では町民の情報に関する話題になっている。それぞれの問題において自分が考えた理由の中に、(a) 自分の身に降りかかるリスク、(b) 自分と先輩の関係に関わるリスク、(c) 社会秩序とリスク、(d) 社会的契約と個人の権利といった観点が入っているだろうか。これらの観点が入っていなければ、その問題から出発することにする。ここで、自分自身の意見と他者の意見を比較し、大学生としてどのように考えるべきか、またより正しい意見とは何なのか検討してみよう。

- (1) 1.1 節の例 (a)~(d) について、情報倫理の観点からどのような問題があるか指摘しなさい。
- (2) 三人組を作りなさい。じゃんけんをして勝った一人がファシリテーターになりなさい。ファシリテーターは1.1 節の例 (a)~(d) から1つを選び、残りの二人にそれぞれ異なる立場を割り振りなさい。残った二人は割り振られた立場を取るべき理由、反対の立場を取るべきでない理由を述べ、お互いの意見に反論しなさい。ファシリテータは、2つの立場が脱線しないように議論を管理しなさい。

コールバーグは道徳性発達理論において、人間の道徳的判断をその発達段階ごとに以下の6段階に階層づけました。

- (1) 罰回避と従順思考
自分が罰を受けないような行動を選択しようとする。
- (2) 素朴な自己本位思考
自分の損得勘定で行動を選択する。
- (3) 他者への同調, 良い子思考
自分と関係のある他者への影響を考えて、他者と同じような行動をとったり、周囲から「いい子だね」と思われるような行動を行う。
- (4) 法と社会秩序志向
自分の住んでいる地域の慣習、あるいは法律などに反しないような行動を心掛けようとする。
- (5) 社会的契約と法律的志向, 個人の権利志向
法律や習慣を判断の基準としつつも、自分の置かれている現在の状況に即した行動を取ろうとする。
- (6) 良心または原理への志向
これまでの成長過程を総合して、倫理的にどの行動を選択するのが正しいのか判断ができる。

道徳的判断は、段階1から段階6へ成長するものとし、大学生の年齢では、段階4から段階5の道徳性に達しているべきだとされています。一人一人がこの道徳性発達理論のどの過程にいるのかを判断するのは簡単ではありません。具体的な方法のひとつとして、ジレンマ問題に対して考察した内容から妥当な発達段階を当てはめることができます。しかしながら、発達段階を評価するのも人間であるため、その評価には揺らぎが生じる可能性もあるし、それぞれの発達段階の線引きもはっきりしているわけではありません。現に、発達段階の4から5にかけては、移行期として「4 $\frac{1}{2}$ 」という過程を導入するなどの改変も見られます。近年、道徳性発達理論が情報倫理などの専門倫理への応用されてきていることから、道徳性発達段階の確実な評価やその教育法についての確立が求められているのです。

第2章 情報の表現

2.1 パケット通信量の制限

スマートフォンの利用者が気にしていることの一つは、通信量の上限（パケット制限）に達することであろう。このパケット制限に掛からないためには、個々の操作でどれくらい通信量が発生しているかを知り、総量の削減を行うことである。本節では、文字、画像、音声などの各メディアのデジタル表現方法を概説し、その大きさも計算できることを目指す。

ここで、“パケット”とは収納できるバイト数の上限（携帯電話・スマートフォンでは128バイト）が決まった箱のような物で、これを送受信してデータ通信を行う。

通信量の制限

2016年2月現在、携帯電話会社3社のパケット通信料の毎月当たりの制限は、概ね次のようになっているようです。（プランにより制限が異なっているため、代表的なものを記します。また、3日で1GBなどの短期の制限は、現在はほとんど撤廃されているはずです。）今後は、制限を細かく指定した料金プランに移行するのではないかと思います。

docomo：制限 7GB，以降 128Kbps

au：制限 7GB，以降 128Kbps

Softbank：制限 7GB，以降 128Kbps

いろいろなプランが出てきても、その制限容量の境界は携帯電話各社の利益率が高いように設定するでしょうから、注意が必要です。防衛策は少しでも使用料を減らして安いプランで済むようにすることです。

パケット制限に関して、通信量を考慮すると以下の左から右へデータ量が多くなり制限に掛かる可能性が大きくなる。また、パケット制限回避にはWi-Fi接続が最も重要であるが、それについては4章以降で述べる。

2.2 情報量

情報の大きさを表す基本単位はビット (bit) で、ある情報 m の持つ自己情報量は m の生起確率を p とすると $-\log_2 p$ [bit] である。また、ビットの他にバイト (Byte)[1 Byte = 8 bit] も使われる。本章では、バイトは Byte または B, ビットは bit または b で統一して表すが、他では統一されていないため注意が必要である。

学術接頭辞

1 バイトが 8 ビットであることは、当たり前のようですが、実は、1 バイトは 1 文字のビット数を表し、1 バイトが 5 ビットや 9 ビットなど色々なものがありました。しかし、現在は断りなく 1 バイトが 8 ビット以外で使われることはありません。

また、バイト数やビット数が多くなった場合には、桁数や 0 が多くなるため、キロやメガなどの学術接頭辞を付けて表現しています。理科系全般で使われる学術接頭辞の主なものを表 2.1 にまとめます。倍率はこの上下にもありますので、必要なら調べて下さい。また、10 倍、100 倍、1/10 倍などもありますが、通常は 1000 倍（あるいは 1/1000 倍）毎です。

この 1000 倍についてですが、情報の分野に限って、1024 倍を使うことがあります。この場合は、1KB=1024 バイト、1MB=1024×1024=1048576 バイトになります。どちらを使っているかは、コンピュータのカタログなら下の隅に書いてありますが（この場合は大抵 1000 バイトです。なぜなら、1000 バイトの方が大きく見せかけることができるからです。また、Windows などの OS では通常 1024 です。）、明示していない場合は分からない場合もあります。このような混乱を生まないために、1024 倍の場合は KiB(キビ)、MiB(メビ)、GiB(ギビ) などの単位が使われることがあります（普及はしていません。）

この章では、断りなく表 2.1 の倍率を使いますので、覚えておいて下さい。また、倍率は常に 1000 倍を使います。

表 2.1: 主な学術接頭辞

P	Peta	$\times 10^{15}$	巨大なサーバの記憶容量
T	Tera	$\times 10^{12}$	パソコンの少し大きな記憶容量
G	Giga	$\times 10^9$	メモリ容量や CPU のクロック周波数
M	Mega	$\times 10^6$	写真の容量
K	Kilo	$\times 10^3$	小さなファイルの容量
(なし)		$\times 1$	
m	milli	$\times 10^{-3}$	長さ mm
μ (or u)	micro	$\times 10^{-6}$	PM2.5 は $2.5 \mu\text{m}$ 以下の粒子
n	nano	$\times 10^{-9}$	CPU 内部の配線幅
p	pico	$\times 10^{-12}$	小さなコンデンサの容量
f	femto	$\times 10^{-15}$	フェムト秒レーザ

2.3 文字情報の表現とサイズ

文字は、その形状を伝えればよいので、画像として記憶・伝送できる。しかし、画像は後述のように大きな情報量となるため、通常は各文字を 2 進数のパターンと一対一対応させた符号 (code) で表す。符号の例を表 2.2 に示す。

表 2.2 は現在よく利用されている文字符号の一部をまとめたもので（英数字記号の ASCII, 日本独自の漢字コード JIS-X0208, Shift-JIS, 世界中の文字を統一して扱えるユニコード）、幾つかの文字の符号を示している。空欄は対応する符号が無いことを表している。

この表から分かることは、アルファベットと数字、記号だけなら、1 文字 1 バイトで表現でき、漢字が入ってくると 1 文字 2 バイトから 4 バイト必要なことである。これにより、文字を画像として表現するより、大変に効率が良く文章を少ない情報量で表現できる。

文字のデジタル表現の大きさの例

スマートフォンのメールやメッセージなどが20文字とすると、1文字2バイトで40バイトになります（実際には、データ通信のために見えていない情報もやり取りするため、1メールで100バイト以上は使います）。また、源氏物語54帖の文字数は約100万（原稿用紙約2500枚）と言われているので、1文字2バイトとすると2MBで、500円以下で買えるUSBメモリ8GBに4000回分も入ることになります。もちろん、ワープロに入力すれば、文字修飾などに必要な情報量がありますので、2MBより大きくなりますが、それにしても、コンパクトに表現できます。

また、この表の環境依存文字は、新しい符号にしかないため、このような文字をメールやLINEなどに使うと文字化けの原因となる。スマートフォンや携帯電話などにおける文字化けはこの環境依存文字の他に、絵文字でも起きており、これは携帯電話各社が独自に絵文字を文字符号の空き領域に勝手に作成したため、互換性が無く、文字化けとなる。文字符号の共通化がいかに重要であるかが分かる。（LINEのスタンプは基本的に画像であるため、文字化けはない。）

表 2.2: 文字符号の例 (文字符号はすべて16進数表現)

文字	分類	ASCII 7ビット 128文字	JIS X0208 2バイト 6879文字	Shift-JIS 2バイト 半角文字 +X0208 +機種依存文字 (=7070+α)	ユニコード Ver7で約11万3千文字	
					UTF-8 1~4バイト	UTF-16 2~4バイト
1	半角文字	31		31	31	0031
A	半角文字	41		41	41	0041
a	半角文字	61		61	61	0061
l	全角文字		2331	8250	EFBC91	FF11
A	全角文字		2341	8260	EFBCA1	FF21
a	全角文字		2361	8265	EFBD81	FF41
亜	通常漢字		3021	889F	E4BA9C	4E9C
高	通常漢字		3692	8D82	E9AB98	9AD8
高	環境依存文字				E9AB99	9AD9
鷗	通常漢字		322A	89A8	E9B48E	9D0E
鷗	環境依存文字				E9B797	9DD7

(16進数から2進数の変換は簡単で、16進数の1桁を2進数の4桁(表2.3参照)に変換して並べるだけである。たとえば、 $A1_{[16]}$ は $10100001_{[2]}$ になる。これを逆に行えば、2進数から16進数への変換もできる。)

2進数と16進数

10進数の0から17までと2進数, 16進数を表2.3に示します。この位取り記数法は単純で, その方法を理解すれば何進数でもずっと数えることができます。(四則演算や相互変換は少し考える必要があります。)

その方法は, 16進数なら順序が決まった16個の記号(0,1,2, ...,9,A,...,F)を用意します。そして, 1桁目は0から順に数えて最後のFになると, 次の数はFを0に戻して, 桁上がりをするのです。10進数と同様で, 2進数も同じです。

表 2.3: 10進数, 2進数, 16進数の関係

10進数	2進数	16進数	10進数	2進数	16進数
0	0	0	9	1001	9
1	1	1	10	1010	A
2	10	2	11	1011	B
3	11	3	12	1100	C
4	100	4	13	1101	D
5	101	5	14	1110	E
6	110	6	15	1111	F
7	111	7	16	10000	10
8	1000	8	17	10001	11

2進数と16進数が使われる理由

2進数、16進数がコンピュータで使われる理由を説明します。まず、2進数ですが、これは、コンピュータ内部の状態が0か1あるいは有か無かの2状態を基本にしているためです。2状態の2値より多い、4値、8値などの多値を利用することも可能ですが、安定性と単純性から2値を使います。(最も、部分的には多値を使うこともあり、USBメモリやSSDなどでは4値あるいは8値が主に使われ、価格を低減しています。ただし、これにより製品寿命が短くなります。音楽CDに記録されている楕円の窪みの長さは4値に相当しています。)

また、16進数も文字符号やファイルの生データなどに出てきますが、16進数は人間のためで、コンピュータ内部で使われることはほとんどありません。つまり、コンピュータの内部表現は2進数なのですが、それをそのまま人間に見せると、桁数が多く、また、0と1だけなので覚えにくく間違えやすいのです。そこで、2進数を16進数に変換して人間に見せると、桁数が1/4になり、かつ、記号数も10進数に近いので、扱いやすいのです。このとき、なぜ10進数ではなく、16進数を使うのかと言えば、変換が簡単だからです。10進数を使っても効果は同様なのですが、相互の変換が暗算ではできません。また、桁数に関しても変換してみないと分かりません。よって、16進数が使われるのです。歴史的には、16進数は0から9以外の記号AからFまで使うので、0から7までの数字のみの8進数(8進数1桁が2進数3桁)が使われたこともありますが、16ビットや32ビットなどの4の倍数がコンピュータのデータ長の標準となったため、16進数が主に使われます。

2.4 画像情報の表現とサイズ

(静止)画像について説明する。まず、コンピュータやスマートフォンで扱う画像は、画素(ピクセル)と呼ばれる色のついた点を縦横に規則正しく並べたものである。この画素による点描により、写真、アイコン、文字などをすべて表現することができる。スマートフォンやデジカメにおいて、カメラが12メガと書いてあると、それは画像の縦×横の総画素数が12M個(例えば3000×4000)の画像が得られることを意味する。そして、各画素の色を3原色により指定すれば静止画像が記述できる。ここで、1色の指定に使うビット

数により，利用できる色数が決まるが，通常は1色に1バイトを使い，フルカラー表現(1画素当たり3バイト，総色数 $256^3 = 16777216$ 色)を使う。

— 3 原色と総色数 —

人間が見える色は光の波長で，約800nm～400nmになります。しかし，連続した波長の光を用いるのは容易ではないため，コンピュータや印刷系では，3原色を使います。これは，赤，緑，青の3色の光を適当な強さで混合すると，人間が認識できる色のほとんどを作れるからです。光の場合は加法混色になるので，赤，緑，青を使い，印刷などの場合は減法混色になるため，マゼンタ，シアン，イエローを使います(実際のプリンタでは，印刷したドットを見せないために，薄いマゼンタ，薄いシアンなども使うこともあります)。

この，3原色の指定方法として各色の強さを数値で表現します。このとき，数値のビット数が精度になり，精度が高いと滑らかな色変化(グラデーション)が表現できます。1色8ビット(十進数で0-255)あれば，十分な精度となるため，写真などの表現には，各色8ビットを使い1画素当たり3バイトの情報量を使います。これを画像のフルカラー表現と呼びます。この場合に表現できるすべての色は，1色256通りなので，

$$256(\text{赤}) \times 256(\text{緑}) \times 256(\text{青}) = 16777216 \text{ 色}$$

となります。写真以外の用途で，ポスターなどは少ない色で表現できるものもあり，この場合は1画素1バイトで256色とする場合もあります(この場合の256色は，16777216色から任意に選んだ256色になります)。

— 静止画像の大きさ —

12Mのカメラで撮影したフルカラー画像は，例えば

$$4000 \times 3000 \times 8(\text{bit}) \times 3(\text{色}) = 288\text{Mb} = 36\text{MB}$$

になります。あなたがランチの写真をカシャと撮ると，この情報量が生まれるわけです。これは20文字(40バイト)のメールの90万倍になり，源氏物語の18倍にもなるのです。これをそのまま保存するとあまりにも大きいため，実際は1/15～1/20(源氏物語1回分程度)に圧縮したJPEG形式に変換して保存しています。

画素数と画像表示の大きさ (画素線密度 dpi)

画像の画素数と画面表示や印刷時の大きさは、極端に言うとも自由に設定できます。ただし、無理に大きくすると画質が悪くなったり、小さくするとファイルサイズが無駄になったりします。適切な扱いのために 1 インチ (25.4mm) 当たりの画素数を表す dpi(dot per inch) という指標を使います。dpi の値が大きいと綺麗ですが、あるところからは無駄に大きくなります。画面なら 75-150dpi, 写真・印刷なら 150-300dpi を目安にするとよいです。今, 1740×1150 の 2M 画素の画像を考えます。これを L 版 ($127 \times 89\text{mm}$) 写真にすると, $1740 / (127\text{mm} / 25.4\text{mm}) \simeq 348\text{dpi}$ で十分な dpi となり, 13 インチ画面 (横方向 11.5inch) での全画面表示なら $1740 / 11.5 \simeq 151\text{dpi}$ でこれもよさそうです。2M 画素の画像でこの結果ですから, 12M 画像の場合には過剰になっていることが多いのです。

2.5 動画像情報の表現とサイズ

動画像の原理はパラパラアニメと同じで, 静止画像を 1 秒間に 30 枚から 60 枚程度連続して表示することにより, 滑らかな動きにしている。よって, そのデジタル表現は静止画と同様で, 違いは情報量の多さである。画素の数 (テレビは $1920 \times 1080 \simeq 2\text{M}$) は静止画より少ないが, 1 秒間に 30 枚とすると, 5 分間でも 9000 枚になる。今後, テレビは 4K (現在のテレビの縦横 2 倍), 8K (現在のテレビの縦横 4 倍) という製品も出てきていて, さらに情報量が大きくなる。圧縮方法も検討されるとしても, 文字と比べて, 圧倒的に大きな情報量となる。

計算のため、画素数が必要ですが、通常の(2K)テレビを考えるとその画素数は最大 1920×1080 です(BSはこのサイズですが、地上波は 1440×1080 です)。これを用いると、2時間の映画では、 $1920 \times 1080 \times 3\text{Byte} \times 30 \text{枚} \times 7200 \text{秒} \approx 1344\text{GB}$ と膨大な情報量になります。もちろん、このままでは扱いに困りますので、MPEG2 という方式で圧縮していますが、テレビの場合で、 $14\text{GB} \sim 20\text{GB}$ 程度になります。これでも大きいので、家庭用ビデオレコーダは H.264 という圧縮方式で更に $1/2$ から $1/8$ 程度に圧縮して($1/2$ より圧縮すると画質も劣化) 記録しているものが多いです。また、最新の圧縮方式(H.265)では、現在のテレビ放送圧縮と同じ画質で $1/4$ 程度にできるものがあります。

次に、YouTube の画像を考えてみます。H.264 による圧縮後の推奨のビットレート (bps:1 秒当たりのビット数) は高画質の場合で 5Mbps から 8Mbps です。これは、5分間では 187MByte から 300MByte になり、かなり大きいです。

2.6 音情報の表現とサイズ

音情報は、次の図 2.1 のように PCM (Pulse Code Modulation) という方法により、デジタル化される。

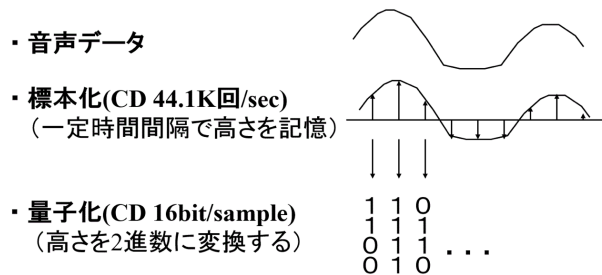


図 2.1: 音声の PCM 変換

- 標本化(サンプリング): 時間軸上で連続した音情報の波形を規則正しい時間間隔で高さを保存
- 量子化: 標本化で保存した高さを、2進数の数値に変換（このとき、2進数の数値は桁数が決められているため、四捨五入の誤差が入る）

標本化の間隔から、1秒当たりの標本化数が求められ、これを標本化周波数と呼ぶ。PCMによる音のデジタル化は、次のシャノン・染谷の標本化定理に基づいている。

シャノン・染谷の標本化定理
記録・再生できる周波数は0Hzから標本化周波数の1/2Hzまで可能である。

また、量子化によるノイズは、量子化のビット数が1ビット増すごとに半分になることが分かっている。これらはともに理論的な結果なので、現実には理論値より少し劣る性能になる。

音の情報量

音楽CDは標本化周波数44.1KHz、量子化ビット数16bitになっています。よって、再生可能な周波数は0Hz(DC)から22.05KHzまで、ノイズは最大音量の $1/2^{16}(=1/65536=-96\text{dB})$ となります。

ここで、CD5分間の曲の情報量を考えてみると、
 $44100 \times 16\text{bit} \times 2\text{ch} \times 300\text{秒} = 423.36\text{Mbit} = 52.92\text{Mbyte}$ になります。CDでは、このまま記録されていますが、音楽配信などに使うには大きすぎるので、その場合は1/10~1/15程度に圧縮して利用しています。それでも数MBあるため、12Mの圧縮した写真1枚と同程度になります。

2.7 サイズの比較

上記の各メディアの大きさとそれらの比較を表2.4にまとめる。

表 2.4: 各メディアの大きさの比較

文字メール (20文字)	写真(12M) 圧縮後	ネット動画(6Mbps) 5分間	ネット音楽(96Kbps) 5分間
40Byte	2MByte	225MByte	3.6MByte
1倍	50000倍	5625000倍	90000倍

メールやメッセージは1日に使う頻度が高いことを考えても、写真や動画に比べて圧倒的に小さいことが分かる。また、ネット音楽は写真と同程度で

あることも分かる。よって、この節の最初に述べたように、スマートフォンのパケット制限については、次のような大小関係を意識して、使用量を抑制することが重要である。

文字メール < LINE <<< 写真送受, Web 閲覧, ネット音楽 << ネット動画

ここで、LINE が少し大きいのは、スタンプや写真を考慮したため、また、Web 閲覧は主に、文字と写真であるが、Web ページ中には画像が多くあるためデータ量を多く見積もっている。いずれにしても、利用頻度を考慮する必要がある。

課題

- (1) A4 用紙 (297×210mm) 全面に印刷する場合に適当な画像の画素数とファイルサイズ (1 画素 3 バイトのフルカラー画像で圧縮は 1/15) を MB 単位で求めよ。
- (2) ビットレートが 4Mbps の動画 2 分間のサイズと音楽 CD (44.1KHz, 16bit, 2ch) 5 分間のサイズを比較したときに、どちらが大きいのか。

第3章 論理回路とコンピュータ

コンピュータの内部では文字、数値、画像、音声などすべてのデータが0/1の2値で表現される。コンピュータは、2値で表現された各データを必要に応じて処理する。本章では、2値データを処理する基本回路とそれに関連するいくつかの重要な概念を解説する。さらに、2値データを処理する回路で構成されるコンピュータの成り立ちと、その動作について概説する。

3.1 論理代数と論理演算

論理代数（ブール代数とも呼ばれる）とは、真と偽の2値のみを対象とする、論理積（AND）、論理和（OR）、論理否定（NOT）などの演算子を持つ数学体系の一つである。論理代数は、コンピュータにおける2値データの処理を学ぶ際に知っておくべき概念を数多く含んでいる。

今、

A：「広大生はよく勉強する」

B：「私は広大生である」

C：「私はよく勉強する」

という三つの命題があるとする。このうち二つの命題A, Bの論理積（AND）は

「広大生はよく勉強する」（A）、かつ、「私は広大生である」（B）

となる。ここで、命題Cが「AかつB」であるとする。このとき、Cが真であるならば、AもBも真である。言い換えると、もし、Cが偽ならば、少なくともAまたはBのいずれかが偽ということになる。

本書では、0/1の2値の2値でデータが表現されていると仮定しているため、以降では、真値を1、偽値を0として表記する。

論理積（AND）における入力A, Bと出力Xとの関係は、図3.1の表のようになる。論理演算の入力と出力をまとめたこのような表を「真理値表」と呼ぶ。論理積（AND）は図3.1のベン図上の影のついた領域として表現できる。

また、論理積（AND）は論理式で表記することもでき、この例では「 $X=AB$ 」と表記する。（これを「 $X=A \wedge B$ 」と表記することもある。）

同様に、二つの命題 A , B の論理和（OR）を X とすると、 X とは「 A または B 」となる。このとき、 X は A と B のいずれかが 1 のとき 1 となる。論理和（OR）における入力 A , B と出力 X との関係は、図 3.2 の真理値表のようになる。これは、図 3.2 のベン図上の影のついた領域として表現することもできる。論理式では、この例を「 $X=A+B$ 」と表記する。（これを「 $X=A \vee B$ 」と表記することもある。）

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

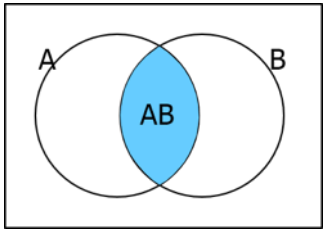


図 3.1: 論理積（AND）の真理値表とベン図

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

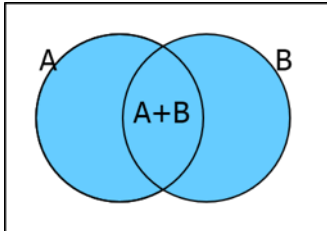


図 3.2: 論理和（OR）の真理値表とベン図

A	X
0	1
1	0

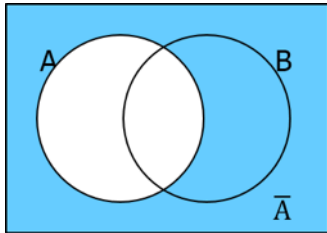


図 3.3: 論理否定（NOT）の真理値表とベン図

論理否定（NOT）とは、命題の 1 と 0 を反転させる論理演算のことである。例の命題 A に対する論理否定（NOT）を X とすると、その真理値表、およ

び、ベン図は図 3.3 のようになり，論理式では「 $X = \overline{A}$ 」と表記する。（これを「 $X = \neg A$ 」と表記することもある。）

論理積（AND）および論理和（OR）は，2 項（入力が二つの）演算子であり，論理否定（NOT）は単項（入力が一つの）演算子である。これら三つの演算子を組み合わせることで，2 入力全ての論理演算を演算できることが知られている。例えば，表 3.1 の真理値表で示される演算をしたいと仮定する。この真理値表で X が 1 となる行に着目する。この例では「A= 0, B= 1」，「A= 1, B= 0」の 2 行で X が 1 となっているが，そのような各行に対し，2 入力の論理積（AND）を作り，入力が 0 のものを論理否定（NOT）する。すると「 $\overline{A}B$ 」，「 $A\overline{B}$ 」が作られるが，最後に，この操作で作られた式の全てを論理和（OR）で連結する。これによりこの例で，「 $\overline{A}B + A\overline{B}$ 」が得られる。以上の操作により得られる論理式は，この真理値表の出力 X の論理式となっている。表 3.1 の例に限らず，このようにして，任意の真理値表から出力 X の論理式を作ることができる。得られる論理式は，論理積（AND），論理和（OR），論理否定（NOT）の三つの演算のみの式で，これを「極小項表現」と呼ぶ。

表 3.1: 真理値表の例

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

論理積（AND），論理和（OR），論理否定（NOT）は，以下の表 3.2 でまとめられているような性質を持っている。

表 3.2: 論理積，論理和，論理否定の性質

【べき等則】	$AA = A$	$A+A = A$
【交換則】	$AB = BA$	$A+B = B+A$
【結合則】	$(AB)C = A(BC)$	$(A+B)+C = A+(B+C)$
【分配則】	$A+BC = (A+B)(A+C)$	$A(B+C) = AB+AC$
【ド・モルガンの法則】	$\overline{AB} = \overline{A} + \overline{B}$	$\overline{A + B} = \overline{A} \overline{B}$

3.2 論理回路

論理回路とは、論理演算を電子回路として実装したものである。0/1の2値は、電圧のプラス、マイナス、高低、電流の方向や多少、信号波の振幅、波長、位相などで表現されるが、論理回路は、そのような2値データを論理演算する「論理ゲート」の組み合わせで構成される。

3.1節で解説した、論理積（AND）、論理和（OR）、論理否定（NOT）を行うそれぞれの論理ゲートは図3.4の回路記号で表記される。各論理ゲートの左側のA、Bが入力で右側のXが出力となっており、0、1の各入力に対し、それぞれの論理演算をした結果が0、1値として出力される。

今、3入力、2出力の論理回路を構成したいと仮定する。ここで3入力をそれぞれA、B、C、2出力をそれぞれX、Yとする。いかなる論理回路も0/1の入力と出力があり、それを真理値表で表現することができる。まず、表3.3の左表のように、入力となるすべての0、1のパターンを列挙する。3入力の場合、「A、B、C」がそれぞれ「0、0、0」から「1、1、1」までの全部で8つの入力パターンがある。（ちなみに、2入力では図3.1のように「A、B」がそれぞれ「0、0」から「1、1」までの4パターンがある。）つぎに、構成したい論理回路が、どの入力で0となり、どの入力で1となるのかを定める。例えば、表3.3の右表のような出力となる論理回路を構成したいと仮定する。この右表から、出力X、Yそれぞれの極小項表現の論理式を3.1節で説明した要領で求める。例えば、出力Xが1となっている4行目は「 $\overline{A}BC$ 」に、6行目は「 $A\overline{B}C$ 」になる。このように、出力1の式を求め、各式の論理和（OR）を以下のように求める。

$$X = \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC$$

同様に、出力Yも以下のように求める。

$$Y = \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C}$$

求まった論理式に従って、3種の論理ゲートを組み合わせることで必要な論理回路を構成することができる。図3.5は、表3.3の右表の出力Xの論理回路を構成した例の一部である。

このように、ANDゲート、ORゲート、NOTゲートを組み合わせることで、任意の論理回路を構成することができる。例では真理値表から得られる極小項表現を、そのまま論理回路としたが、実際に論理回路を構成する際に

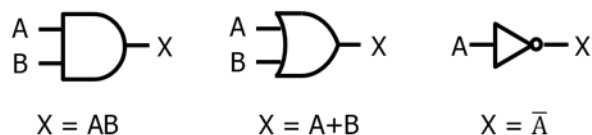


図 3.4: AND ゲート (左), OR ゲート (中), NOT ゲート (右)

表 3.3: 3 入力 2 出力の真理値表

入力			出力	
A	B	C	X	Y
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

入力			出力	
A	B	C	X	Y
0	0	0	0	1
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	0

は、3.1 節の論理演算子の性質を利用して、使用するゲートの数や種類が少なくなるような簡略化が行われる。また、論理積 (AND)、論理和 (OR) は 2 項演算子であるが、AND ゲート、OR ゲートは図 3.5 の例のように 2 以上の入力も受け付ける。入力が二つ以上の場合、AND ゲートでは、すべての入力が 1 の場合のみ出力が 1 となる。一方、OR ゲートでは、いずれかの入力が 1 の場合、出力が 1 となる。(結合則などから自明である。)

論理積 (AND)、論理和 (OR)、論理否定 (NOT) の 3 演算子で、すべての論理演算を演算できるが、このような論理演算子の集合 (論理積 (AND)、論理和 (OR)、論理否定 (NOT) の 3 演算子) を「完備集合」とよぶ。他にも論理積 (AND) と論理否定 (NOT) の 2 演算子も完備集合であることが知られている。(A, B の論理和 (OR) をド・モルガンの法則で $A + B = \overline{\bar{A}\bar{B}}$ と書き換えることができるが、この式の右辺は論理積 (AND) と論理否定 (NOT) の 2 演算子のみの式である。したがって、論理積 (AND)、論理和 (OR)、論理否定 (NOT) の 3 演算子が完備集合なら、論理積 (AND) と論理否定 (NOT)

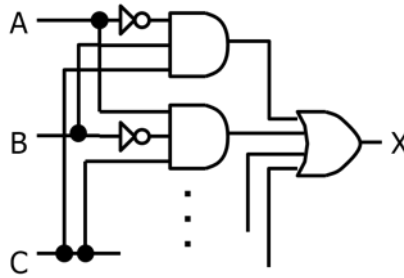


図 3.5: 論理回路の構成例

の2演算子も完備集合である。)

「論理積の論理否定」(NOT of AND なので略して NAND と呼ばれる) を演算する論理ゲートを NAND ゲートと呼び、図 3.6 の左図の回路記号で表記される。NAND ゲートの入力が A, B の2つの場合の真理値表を図 3.6 の右図に示す。図では比較のため論理積 (AND) の出力も併記している。

この「論理積の論理否定」(NAND) 演算子は、単独で完備集合である。図 3.7 に論理否定 (NOT), 論理積 (AND), 論理和 (OR) を NAND ゲートで構成した例を示す。このことは、いかなる論理回路も NAND ゲートのみで構成可能であることを示しており、NAND ゲートを安価に大量生産することで、論理回路を低コストで生産することが可能となる。



$X = \overline{AB}$

A	B	AND	NAND
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

図 3.6: NAND ゲートとその真理値表

¹論理否定 (左図): べき等則により $\overline{\overline{A}} = A$ なので A と A の NAND ($\overline{AA}$) は $\overline{A}$ となる。
 論理積 (中図): NAND の NOT は AND なので A, B の NAND の出力を (左図の NAND ゲートによる) NOT ゲートにつなげることで AND となる。
 論理和 (右図): ド・モルガンの法則により、 $\overline{\overline{A} \overline{B}}$ は $A+B$ となる。よって A, B それぞれの入力を (左図の NAND ゲートによる) NOT ゲートにつなげ、そのそれぞれの出力を NAND ゲートの入力とすることで、その出力が $A+B$ となる。

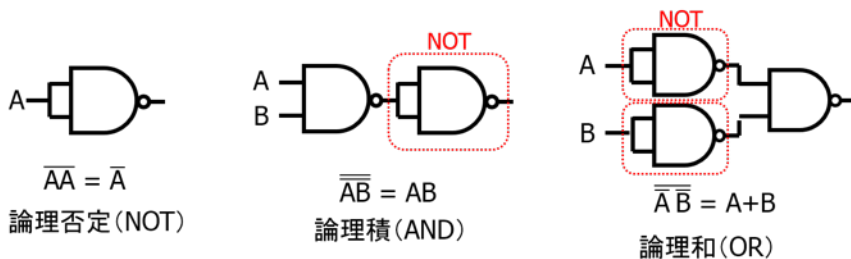


図 3.7: NAND ゲートによる論理否定（左），論理積（中），論理和（右）¹

3.3 計算機の構成

2進数の加算を行う論理回路について図 3.8 を例に考える。図の左は「3+1」を計算し、その結果として「4」を得る様子を2進数の筆算の形式で表現したものである。10進数の「3」を4ビットの2進数で表した「0011」が入力 A，同様に「1」を表す「0001」が入力 B，A と B を加算した結果である10進数の「4」が「0100」と4ビット2進数で S に出力されている。この4ビットの加算を，各桁（各ビット）単位に分けて表記したものが図 3.8 の右図である。右図の一番下の桁（最下位ビット）は A_1 ， B_1 の2入力， S_1 ， C_1 の2出力の論理回路で実現できる。ここで， A_1 ， B_1 は，4ビットの2入力それぞれの最下位ビット値， S_1 は A_1 ， B_1 の加算結果（最下位ビット）， C_1 は加算結果の2桁目へのキャリー（桁上がり）を表す。これらの入出力はいずれも 0，1 の2値で，その真理値表は表 3.4 のようになる。

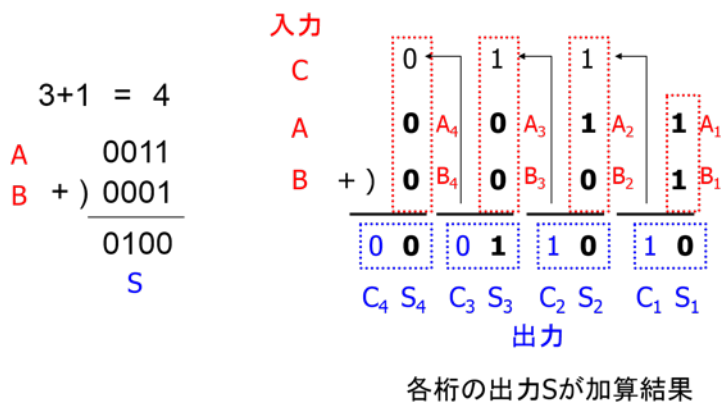


図 3.8: 2進数の加算

表 3.4: 最下位ビット（1 桁目）の加算の真理値表

A_1	B_1	S_1	C_1
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

表 3.4 の真理値表から，出力 S_1 ，出力 C_1 の論理式がそれぞれ「 $S_1 = \overline{A_1}B_1 + A_1\overline{B_1}$ 」，「 $C = A_1B_1$ 」となることがわかる。このような入出力を実現する（2 進数の最下位ビットの加算に対応する）論理回路を「半加算器」と呼ぶ。上述の論理式に対応する半加算器の回路図の例を図 3.9 に示す。半加算器は，図の回路図よりもゲート数，使用するゲートの種類が少なくなるように実現することも可能で，実際にはそのような簡単化をしたうえで論理回路を実現している。

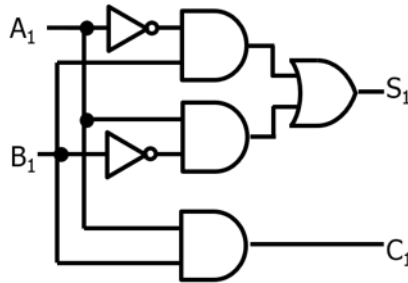


図 3.9: 半加算器の例

最下位ビットより上の桁を i 桁目 ($i > 1$) とする。 i 桁目では， $i - 1$ 桁目からのキャリーを含め， A_i ， B_i および C_{i-1} の 3 入力， S_i ， C_i の 2 出力の論理回路となる。その真理値表は表 3.5 となり，出力 S_i ，出力 C_i の論理式はそれぞれ「 $S_i = \overline{A_i} \overline{B_i} C_{i-1} + \overline{A_i} B_i \overline{C_{i-1}} + A_i \overline{B_i} \overline{C_{i-1}} + A_i B_i C_{i-1}$ 」，「 $C_i = \overline{A_i} B_i C_{i-1} + A_i \overline{B_i} C_{i-1} + A_i B_i \overline{C_{i-1}} + A_i B_i C_{i-1}$ 」となる。これらの論理式に対応する論理回路を構成することで， i 桁目 ($i > 1$) の加算を実現することができ，これを「全加算器」と呼ぶ。全加算器も，実際に実現する際にはゲート数，使用するゲートの種類が少なくなるように簡単化したうえで実現される。図 3.10 のように半加算器 2 個を接続して実現することもある。それにより，半加算器のみで 2 進数の加算を実現することもできる。

表 3.5: i ビット (i 桁) 目の加算の真理値表 ($i > 1$)

A_i	B_i	C_{i-1}	S_i	C_i
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

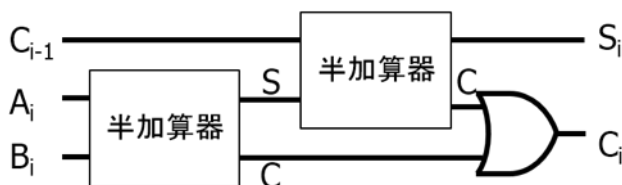


図 3.10: 半加算器を使った全加算器

図 3.8 の例にある 4 ビットの加算は以下の図 3.11 のように全加算器 4 個を接続することで実現できる。加算以外の 2 進数演算も同様に論理回路で構成することができ、計算機には、そうした論理回路が数多く組み込まれている。

3.4 コンピュータのしくみ

コンピュータは様々な部品で構成されているが、計算やソフトウェアの実行に関わる主要な部品は CPU、メモリ、ハードディスクである。CPU は中央演算装置 (Central Processing Unit) で、2 進数に対する加減乗除などの各種演算機能を組み込んだ演算制御装置と計算対象や計算結果を保持するレジスタ群などで構成される。メモリは、実行中のソフトウェアや、実行中のソフトウェアで使用しているデータを保持する部品である。ハードディスクには長期保存されるデータや、インストールされたソフトウェアなどを保存する部品である。メモリもハードディスクもともにデータを保持するための装

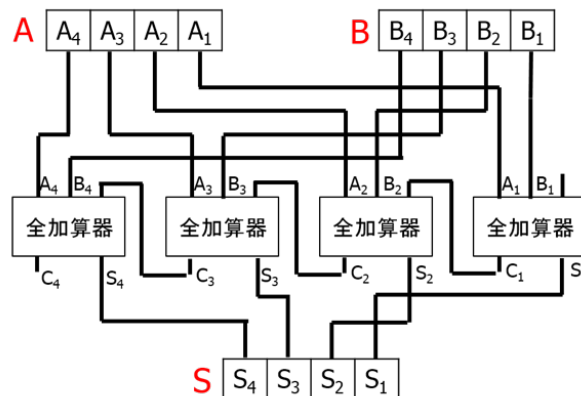


図 3.11: 4 ビット加算器

置であるが、前者は後者より高速に読み書きができる。その一方で、後者は前者に比べ記憶容量が大きい。

一般的に、ソフトウェアはプログラム言語を使って作成される。代表的なプログラム言語の一つがC言語である。図3.12はC言語で記述された簡単なプログラム例である。プログラム言語で（文字で）記述されたファイルはソースコードと呼ばれる。C言語で記述されたソースコードは「example.c」のように「c」という拡張子をもつ。（ファイル名の中の、ピリオドより後の部分文字列を拡張子と呼ぶ。）ソースコードは、多くの場合、そのままコンピュータで実行することはできず、「コンパイラ」と呼ばれるソフトウェアを使って、コンピュータで実行可能な、ネイティブコードに変換される。ウィンドウズで「example.exe」のような「exe」という拡張子をもつファイルがネイティブコードである。

```
#include <stdio.h>
int main(){
    int a, b, s;
    a = 3;
    b = 1;
    s = a + b;
    printf("%s¥n", s);
    return 0;
}
```

図 3.12: C 言語のプログラムの例

ネイティブコードはメモリ上にロードされ CPU で実行されるが、図 3.13 はその様子を図示したものである。

コンパイラは図 3.12 のようなソースコードで記述されたプログラムを CPU の命令に翻訳するソフトウェアである。CPU の命令には「メモリ上のデータをレジスタ A へ移動せよ」、「レジスタ A とレジスタ B を加算し、その結果をレジスタ S へ出力せよ」、「レジスタ S のデータをメモリ上のデータへ移動せよ」など様々な種類の命令がある。それらの 1 つ 1 つの命令は 0/1 の固有の命令コードで示される。各命令に対応する論理回路に CPU に組み込まれている。例えば「レジスタ A とレジスタ B を加算し、その結果をレジスタ S へ出力せよ」という命令は CPU 内に図 3.11 のような論理回路として組み込まれている。(実際の CPU ではビット数は 4 ではなくもっと大きい.)

コンピュータでソフトウェア（ネイティブコード）を起動すると、そのソフトウェアがメモリにロードされる。図 3.13 の右「プログラム」「データ」とある部分がロードされたネイティブコードを示している。その一つ一つの命令が CPU で順々に実行される。

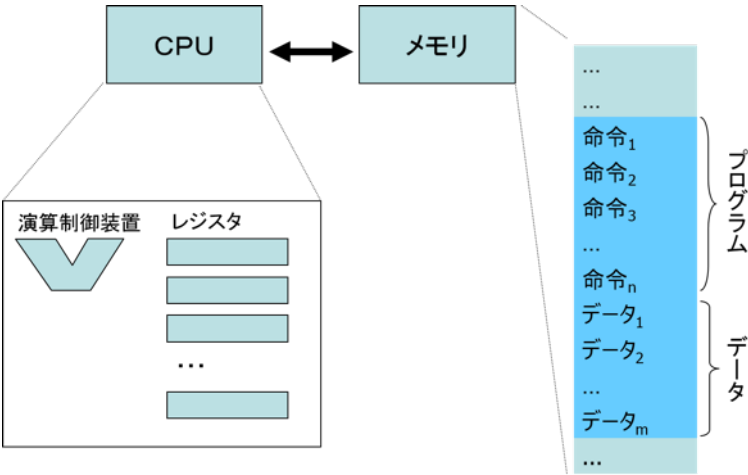


図 3.13: CPU とメモリ

3.5 基本ソフトウェアと応用ソフトウェア

コンピュータは前節で紹介した、CPU、メモリ、ハードディスク以外にもキーボード、ディスプレイ、マウスなど様々な部品で構成され、それらを総

称してハードウェアと呼ぶ。一方、ハードウェアの動作手順を指示し、コンピュータを必要に応じて有効に動かすものを総称してソフトウェアと呼ぶ。

ソフトウェアは大きく基本ソフトウェアと応用ソフトウェアに分類される。基本ソフトウェアは、別名オペレーティングシステムとも呼ばれ、ハードウェアを制御するソフトウェアである。パソコンやスマートフォンにおけるウィンドウズ、iOS、アンドロイドなどが基本ソフトウェアに該当する。一方、応用ソフトウェアは、ワープロ、表計算やスマートフォンの各種アプリなど、基本ソフトウェアの提供する機能を利用して作られたソフトウェアの総称である。

コンピュータはCPU、メモリ、ハードディスクなどの各種ハードウェアで構成され、それらを基本ソフトウェアが制御している。一般ユーザは、基本ソフトウェア上で動作している応用ソフトウェアでコンピュータを利用しているのである。

課題

- (1) 表 3.2 についてこれらの性質が正しいことを実際に A, B, C に 0, 1 を代入して確かめよ。
- (2) 図 3.3 の右表の出力 Y の論理回路を構成せよ。
- (3) 図 3.9 の半加算器の構成例のように AND, OR, NOT ゲートで全加算器を構成せよ。

参考文献

- [1] 秀和システム, 「コンピュータの動くしくみ」, <https://books.google.co.jp/books?id=NIcPmZqrtGIC>, ISBN:9784798027463.
- [2] 森北出版, 「基礎情報工学シリーズ 論理回路理論」, <https://books.google.co.jp/books?id=1WqeZwEACAAJ>, ISBN:9784627805309.
- [3] 日経ソフトウェア, 日経 BP 社, 「プログラムはなぜ動くのか: 知っておきたいプログラミングの基礎知識」, <https://books.google.co.jp/books?id=SnQPPQAACAAJ>, ISBN:9784822283155.

第4章 コンピュータネットワーク

この章では、メールの送信を例にして、コンピュータネットワークによる通信の概要を説明する。

4.1 文字の入力

メールを作るために、メールソフトを起動して画面のタッチパネルから文字を入力する。ここで、文字を入力すると、内部では2章で説明した文字符号に変換されてメモリ内で保持される。メール送信が行われると、この文字符号と宛先などの付加情報がパケットに入れられて電波で送信される。

—— タッチパネル ——

タッチパネルは、静電式となっていて電気抵抗が低い物のタッチを検出します。通常は触っているか否かだけ判断されていますが、最新の機種では、画面を押している圧力も感知できるものもあります。このような機能は筆圧感知パネルと呼ばれ、通常、パソコンに追加するペンタブレットで利用されています。このような筆圧感知機能を用いると圧力による複雑な動作や、毛筆や絵筆などの筆致を再現できます。

4.2 パケット通信（蓄積交換通信）と回線交換通信

まず、パケット通信について説明する。パケットは最大容量の決まった箱のような物で、送信者と受信者のアドレスが付いている。これを用いてデータの送受信を実現している。

— パケットの解説 —

パケットは目には見えませんが、これをトラックや列車で運ばれているコンテナに例えることができます。コンテナに送信者と受信者のアドレスが付いていて、いろいろなコンテナを集めてきて、送り先に応じて配列し、それを大型トラックや、列車により、運んでいることと同様なことを行っています。パケットの大きさには色々ありますが、携帯電話・スマートフォンでは128バイト(正確にはヘッダーなどの制御情報を除いた実データを128バイト送れるとして換算している)、パソコンでは1500バイト程度です。少ない情報を送るときは空きスペースがあっても送られ、多くの情報を送るときは複数のパケットに分割されます。

パケット通信の特徴は、共用である。これにより、多くのパケットを効率よく運ぶことができる。ただし、パケットが非常に多くなると、渋滞が起るため配送が遅れる可能性がある。(時には消滅することもある。)

次に、回線交換通信について説明する。これは、パケットのような物を用いてもよいが、その運び方に違いがある。コンテナ輸送で例えると、送り元から送り先までのトラックを自分専用予約し、道路も他の車両を止めて自分専用にし、この状況で送る。すると、予定時間通りに必ず到着することができ、単位時間に送信できるデータ量を保証できる。

回線交換通信の特徴は、専有である。これにより、決まったデータ量を遅延なく連続して届けることができる。ただし、通信回線を専有するため、同時に利用できる人数は制限されることになる。

携帯電話・スマートフォンでは、通話は回線交換通信が使われ、メールなどのデータ通信にはパケット通信が使われている。これは、通話が途切れたり、ノイズが入らないようにしたりするためである。(最近、VoLTE というLTEのパケット通信で通話を行う方式が使われ、通話に回線交換を利用する状況は変化しつつある。)

通話とデータ通信の通信方式の使い分けが、大規模な災害時などに顕著な違いを生み出します。それは、通話が回線交換なら同時に利用できる人数が限られるため話し中になります。(また、通話が VoLTE によるパケット通信の場合でも通話はメールより格段に情報量が多いので、制限されると思われます。) メールなどは遅いながらも機能すると思われるので、これで連絡を試みましょう。この他に、災害伝言ダイヤル 171 もあります。(災害伝言ダイヤルは通話ですから矛盾していますが、これは災害専用の設備であることから利用できるはずです。)

4.3 3G, 4G(LTE), Wi-Fi について

スマートフォンの電波状況表示の部分に、3G や 4G (あるいは LTE) という表示があるが、これは、現時点で接続している通信方式を表している。3G の G は世代 (generation) であり、3G は第三世代ということになる。3G は現在、3.5G と呼ばれる W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) や HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) などの通信方式を使い、どこでも使える移動体通信としては高速な通信を実現している。しかし、スマートフォンによる通信量の増大や、継続的な通信速度の向上のため、4G と呼ばれる LTE (Long Term Evolution) という通信方式に移行している。

次に、Wi-Fi は無線 LAN と呼ばれ、親機から半径数十メートル内の子機を接続するもので、主に家庭や教室内で利用されている。元来、携帯電話・スマートフォンはこのような Wi-Fi を使わずに通話や通信が行える機器であるが、大都市部などで通信量の増大から混雑が激しくなり、その緩和策として、携帯電話各社はスマートフォンの Wi-Fi 接続を勧めるようになっている。これを用いると、スマートフォンは Wi-Fi の親機と繋がり、その親機は光回線などでインターネットに繋がり、携帯電話会社の電波を使う必要がなくなる。

各方式の概略の通信速度を表 4.1 にまとめる。なお、通信速度で上りは端末から発信する速度で、下りは端末が受信する速度である。また、速度は規格上の最大値で実際の速度は携帯電話会社の設定や混雑度や電波状況により変化する。

表 4.1: 携帯電話・スマートフォンの通信速度

種別	上り速度 (最大)	下り速度 (最大)	備考
携帯電話系 データ通信	5.5Mbps 5.7Mbps 50Mbps	9.2Mbps 14.4Mbps 150Mbps	CDMA EV-DO HSDPA Cat10 LTE-CA
Wi-Fi(無線 LAN)	54bps 150-300Mbps 866-1300Mbps	54Mbps 150-300Mbps 866-1300Mbps	IEEE802.11a/g IEEE802.11n IEEE802.11ac

データ転送時間

通信速度が分かれば、メールや写真などの転送時間が計算できます。今、上りと下りの速度を 5Mbps, 15Mbps と仮定してみましょう。数十文字のメールなどはミリ秒以下ですから、写真を送ることを考えます。12M 画素の写真が 3MB として、送信する場合に $3\text{MB} \times 8 / 5\text{Mbps} = 4.8$ 秒、受信する場合に 1.6 秒になります（もし、Wi-Fi で 150Mbps なら 0.16 秒）。実際には制御データなども含まれますので、これより遅くなりますが、移動体通信としては十分な速度だと思われます。時間は短くとも、128 バイトのパケット数は送受信共に 23438 個（実際にはもっと多い）となり、非常に多いです。高速な通信は望ましいですが、短時間でパケット数はどんどん増えていくことになります。

Wi-Fi 接続時のパケットカウント

Wi-Fi 接続中に利用したパケットはパケット制限にカウントされないため、利用者にとってパケット制限の緩和に効果があります。特に、動画の視聴では大きな効果があります。また、アプリのダウンロードやアップデートなども比較的データ量が多いので Wi-Fi 接続中に行うとよいです。もちろん、メールや LINE などのパケットもカウントされません。

広島大学では、教室やその周辺などで Wi-Fi が利用できる環境を提供しています。この Wi-Fi はメディアセンターのアカウント ID と広大パスワードで利用可能になりますので、利用してみてください。

3G から LTE への乗り換え

3G と書いてあっても、実際は 3.5G と呼ばれる W-CDMA あるいは HSDPA 系の通信方式で、どこでも利用できる無線通信としては、かなり高速なものです。この 3.5G は高速ではありますが、スマートフォンになると通信量が増えて混雑してきたので、携帯電話会社は半ば強制的に第 4 世代の LTE に乗り換えさせる作戦を行っています。なぜ、LTE の方がよいのかというと、通信速度が速いので、同じ通信量なら混雑が緩和できるからです。また、パケット通信は LTE としても、通話は 3G という使い方で始まった LTE ですが、最近は通話も LTE で行い、3G を使わない方針になってきています。

4.4 インターネット

スマートフォンから送信されたメールは、パソコンなどが宛先ならば、携帯電話会社の独自のネットワークからインターネットへ送られる。このインターネットは複数の世界中を結んでいるネットワーク (WAN : Wide Area Network) の一つであり、その中で最大のものである。インターネットの定義は IP(Internet Protocol) と呼ばれる通信規約 (プロトコル) により通信を行うネットワークで、通常、Peer-To-Peer と呼ばれる一対一通信を行っている (マルチキャストやブロードキャストなど特別な場合は一対多もある)。送信者、受信者共に 32 ビットあるいは 128 ビットの固有の IP アドレスを持ち、これをパケットに付けて通信する。携帯電話電話のネットワークも含めて、概略を図 4.1 に示す。インターネットの内部は網目状で、パケットはその中を目的の受信者アドレスに到着するように送られる。インターネットと家庭や、事業所の接続点はプロバイダと呼ばれ、プロバイダから光回線などにより結ばれている。家庭内や小規模な事業所内の機器はブロードバンドルータ (BBR) を介して LAN(Local Area Network) と呼ばれるネットワークで結ばれている。

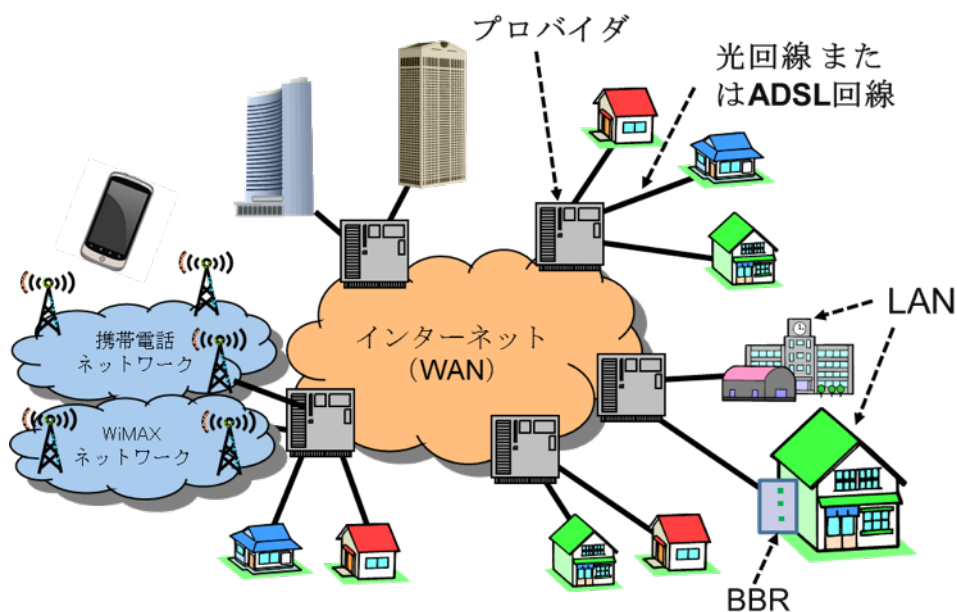


図 4.1: ネットワークの概観

— 光回線の速度 —

プロバイダと家庭や事業所などを結んでいる光回線の速度は契約により異なりますが最大 100Mbps または最大 1Gbps です。実際の速度は数分の 1 になることが多いですが、十分な速度となっています。(さらに個人用の 10Gbps のサービスも開始されています。)

この速度であれば、映画のような高精細な動画像を途切れることなく大画面テレビで見ることができます。

— ブロードバンドルータ (BBR) —

ブロードバンドルータは家庭や小規模な事務所などからインターネットに接続するための機器で、ネットワーク利用の安全性を高め、かつ、効率よい利用を実現するものです。インターネットは送信者と受信者がIPアドレスを持っていると書きましたが、IPv4と呼ばれる32ビットのアドレスでは足りない状況になっています。(これに対処するためにIPv6と呼ばれる128ビットのアドレスが使われていますが、完全に置き換わっていません。)そこで、家庭内のBBRが世界で一つだけのIPアドレス(グローバルIPアドレス)を持ち、そのBBRに接続するパソコンは、そのLAN内で一つだけのIPアドレス(プライベートIPアドレス)を設定します。このようにするとIPアドレスの節約ができ、IPアドレスの値が足りない問題に対応することができます。さらに、BBRは外部と内部でIPアドレスの変換を行っているため、外部から内部へのネットワークを介した攻撃を防ぐこともできます。表4.2は32ビットIPアドレス(IPv4)とプライベートIPアドレス範囲についてまとめた表をあらわしています。広島大学はクラスBで133.41.(数値).(数値)のアドレスとなり、ホスト部の数値2つは広大な組織内で重複しないように自由に設定することができます。

表 4.2: 32 ビット IP アドレス (IPv4) の概要。

クラス	IP アドレス	プライベート IP アドレス範囲
クラス A (大規模組織用)	0.0.0.0 - 127.255.255.255 (ネット部 1B+ホスト部 3B)	10.0.0.0 - 10.255.255.255 (ネット部 1B+ホスト部 3B)
クラス B (中規模組織用)	128.0.0.0 - 191.255.255.255 (ネット部 2B+ホスト部 2B)	172.16.0.0 - 172.31.255.255 (ネット部 2B+ホスト部 2B)
クラス C (小規模組織用)	192.0.0.0 - 223.255.255.255 (ネット部 3B+ホスト部 1B)	192.168.0.0 - 192.168.255.255 (ネット部 3B+ホスト部 1B)

パソコン間や BBR を結んでいる LAN は通常イーサネット (Ethernet) と呼ばれる方式で接続されています。イーサネットは、有線の場合ツイストペアケーブルと呼ばれる専用のケーブルで接続され、その通信速度は通常 1Gbps です。また、Wi-Fi と呼ばれている無線 LAN もイーサネットと同様な方式で通信を行っています。イーサネットで通信を行う場合に、MAC(Media Access Control) アドレス (または、物理アドレスやイーサネットアドレス) と呼ばれる 6 バイトの値が使われています。このアドレスは、通信機器の製造時に 1 台毎に異なる値が付けられていて、個々の機器を識別できます。そこで、ネットワークに接続される機器の MAC アドレスを登録することにより、登録機器のみネットワークが利用できるようにして、セキュリティを高めることができます。

4.5 安全な通信

ネットワーク上の通信は盗聴や改竄などの脅威があり、さらに、ネットワークからウィルスを送り込む、機器の操作を乗っ取るなどの行為も考えられる。このような犯罪行為に対処する方法を考える。

まず、盗聴に関しては、利用者が暗号を使わなければ容易に行うことができる。有線の場合は外部からアクセスできないようにすれば効果的であるが、無線の場合は容易に盗聴できる。盗聴も人間が行うのではなく、情報を解析するプログラムを用いることにより、24 時間監視し、ID やパスワードなど指定した情報を抜き取ることも可能である。

また、暗号を用いるとしても、その暗号方式により簡単に解読できるものがあるため、注意が必要であり、Wi-Fi(無線 LAN) の暗号方式 WEP は簡単に解読されるので、暗号化の意味がない。そこで、暗号方式 WPA2 を用いる必要がある。携帯電話・スマートフォンの通信は電波を用いているが、暗号化に加えて複雑な変調により、安全なことになっている。

Web ショッピングでは、個人情報やクレジットカード情報を用いるため、安全な通信は重要である。そこで、このような通信を Web 上で行うために、https(Hypertext Transfer Protocol Secure) というプロトコルがあり、これを用いて Web ページにアクセスすると、相手の正しさや通信の暗号化などが SSL/TLS で自動的に行われて、安全な通信になる。この https による接続

はWebブラウザのURLがhttps://で始まることにより確認できる。よって、Webページ上でパスワードなどを入力する場合に、URLがhttpsで始まっていることを確認することが重要である。もし、httpならばパスワードなどは入力すべきでない。

4.6 悪意のあるプログラム（コンピュータウィルス他）

コンピュータやスマートフォンで動作する悪意のあるプログラムとしてウィルス、ボット、ワームなど色々なものがあり、新たな脅威が日々開発されている。以下に主なものを簡単に解説する。

- コンピュータウィルス
コンピュータのOSやプログラムに感染(寄生)し、他のプログラムへ感染するプログラムで、感染を広げると共に、記憶を消去するなど悪意のある動作をすることが多い。
- ワーム
ネットワークを介して増殖を繰り返すプログラムで他のプログラムに寄生することなく、単体で増殖する。悪意のある動作をする場合もある。
- スパイウェア
単体で動作するプログラムで、増殖はしないが、コンピュータ内で情報を収集しそれを外部に送っている。目立つ動作をせずずっと潜んで活動する。他の有用なプログラムと一緒にインストールされることが多い。
- キーロガー
スパイウェアの一種で、キーボード入力を盗聴し、必要な情報を外部に送信するプログラムである。他の有用なプログラムと一緒にインストールされることが多い。
- ボット
指定された動作を自動的に繰り返すロボットのようなプログラムで、主な動作としてコンピュータを乗っ取り外部から自由に操作できるように

したり、他のコンピュータのボットとボットネットワークを構成したりして高度な攻撃を行うこともある。

- トロイの木馬
有益なプログラムと見せかけて、それを実行すると悪意のあるプログラムをインストールするものである。
- フィッシング
なりすましの Web ページを用いて、情報を盗むもので、銀行のログインページを詐称し口座番号とパスワードなどを盗むものがある。釣りという意味でフィッシングと呼ばれているが、その綴りは通常 phishing である。(URL の確認を常に行うと防ぐことができる)

上記の主な感染経路として、ネットワークからの攻撃で感染する場合と、利用者自らインストールする場合がある。現時点で、前者のネットワークからの直接的な攻撃は BBR などがあり困難である。また、BBR が無い場合でも、OS のアップデートを常に行っていれば、通常は安全である。

後者の利用者が関与する場合は注意が必要である。まず、メールに添付しているファイルを開くと感染する場合がある。次に、アプリなどをインストールして感染する場合もある。また、Web ページにアクセスするだけで感染する場合もある。さらに、友人から借りた USB メモリを刺しただけで感染する場合もある。これらの感染はウィルス検出ソフトが入っていれば防げるものもあるが、見逃す場合もあるので注意が必要である。

セキュリティ対策の確認

- OS やソフト (アプリ) を常にアップデートする。
- 怪しいメールの添付ファイルは開かない。
- 怪しいソフト (アプリ) をインストールしない。
- 怪しい Web ページにアクセスしない。
- Web で個人情報や重要情報は https を確認後入力する。
- USB メモリの利用にも注意する。

上述のように注意していてもウィルスに感染する可能性があるので、動作に違和感があれば、すぐに電源を切り、詳しい人に相談することも大切です。

パスワード変更の重要性

パスワードはその作成時に、個人情報から類推できる文字を避け、かつ、アルファベット、数字、記号をできるだけランダムに並べることが求められます。しかし、工夫したパスワードを作成しても、時間が経過すると破られる危険性が高まります。それは、パスワードが分からない場合にすべての文字を試してみる総当たり攻撃があることや、キーロガーなどで盗まれる可能性があるためです。よって、パスワードは一定期間ごとに変更する必要があります。

4.7 WWWとその記述方法

WWW は World Wide Web の頭字語であり、ネットワークの全利用者を対象としたマルチメディア情報の受発信を行うための機構で 1991 年頃から使われた。これにより、世界中のリアルタイムな情報を誰でも受け取れるようになり、さらに、コンピュータによる検索技術の向上により必要な情報を瞬時にリストアップできるようになった。また、文字の他に写真、動画、音声なども扱うことができ、Web の発展に寄与した。

この Web をネットワーク上で配信する通信規約は http (Hypertext Transfer

Protocol) と呼ばれ、URL の始まりが “http://” となっているのはこのためである。インターネット上に情報発信のためのサーバを設定すれば、http によりネットワーク上のどこからでもこのサーバの情報を読み込むことができる。

また、Web ページの内容を記述する言語として、HTML (HyperText Markup Language) がある。この言語は、“タグ” と呼ばれる命令により、Web ページの書式を指定したり、画像や音声などのマルチメディア情報を表示したりすることができる。HTML は機能を拡張する改訂が続けられ、現在は HTML5 になり、XHTML と呼ばれる XML(Extensible Markup Language) の内容も含むようになっている。

HTML の内容を説明するには紙面が足りないので、ここでは、基本的なタグを表 4.3 に示すのみにする。ほとんどのタグは開始と終了がペアになっており、終了側に “/” が入っている。多くのブラウザでは、Web ページ上で “右クリック” して、“ソースの表示” を行くと、そのページの HTML の記述を見ることができる。

課題

- (1) 今、8M 画素の画像が 2MB だったとする。この画像を上り 10Mbps のスマートホンの回線で送信した場合の時間とパケット (128 バイト) 数を求めよ。
- (2) 添付ファイルにウィルスを持ったメールが届くことが度々ある (最近も日本郵政を装ったメールが多数届いた¹)。このようなメールの差出人は知人のメールアドレスとなっていることもあり、被害が広がることになる。そこで、メールを受け取り、その添付ファイルを開く場合の自分なりの確認手順をまとめよ。(例えば、メール送信者アドレスが正しいか、件名や本文が日本語として違和感がないか、等。)

¹2016 年 2 月 16 日付で同社のホームページで報告している。

表 4.3: 基本的な HTML タグ

タグ	機能
<code><html> … </html></code>	html 記述の開始と終了。
<code><head> … <title> … </title> </head></code>	ヘッダーの記述, ウィンドウ枠の上部のメッセージ。
<code><body> … </body></code>	ページ本体の記述。
<code><script> … </script></code>	JavaScript などプログラムの記述。
<code><div> … </div></code>	ブロックレベル要素範囲指定。
<code><h1> … </h1></code>	タイトル文字列 (数字は文字の大きさを表し, h1 > h2 > … > h6 がある)。
<code>
</code>	1 行改行。
<code><center> … </center></code>	この内部は全てセンタリング (複数行可能)。
<code> </code>	番号なし箇条書きで, 各 に続く文が各項目になる。 タグを使うと, 番号付きの箇条書きになる。
<code><p> … </p></code>	段落になる。改行が入って, 空白が入る。
<code><!--…--></code>	この中にコメントを書く (複数行可能)。この中に書いた内容は Web ページ上に表示されない。
<code><hr></code>	横線 (横罫線) を引く。
<code></code>	画像ファイルを表示。
<code> … </code>	リンクを作り, クリックでそのページを表示。
<code><table> <tr> <td> … </td> … <td> … </td></tr> <tr> … </tr> </table></code>	表を作成する。<tr> … </tr>が表の横 1 行を表し, <td> … </td>は行内の一つの値を表す。これらを連ねて, 一つの表にする。

第5章 情報アクセシビリティ

高度情報化やグローバル化が顕著に進む現代社会では、情報へのアクセスの可否が私たちの生活に大きな影響を与える。私たちは日常生活の中で様々な情報を利用し、様々な情報に基づいて活動を行っている。普段何気なく利用している情報へのアクセスが遮断されたら、私たちの生活にはどのような影響が及ぶだろうか。

あなたは、目を閉じていても問題なくインターネット上の情報にアクセスできるだろうか。あなたは、耳をふさいでいても問題なく授業を受けることができるだろうか。

多様な人が共生する社会では、情報活用において「どのような人がどのような方法で、その情報にアクセスしているか」、「どのような人にどのような情報へのアクセスを担保すべきか」について留意する必要がある。

この章では、「情報アクセシビリティ」について考える。

5.1 情報アクセシビリティとは

何か（誰か）が何かにアクセスする時のアクセスのしやすさのことを「アクセシビリティ」という。「アクセシビリティ」という概念は、文脈に応じて、「利用しやすさ」「分かりやすさ」「近づきやすさ」「参加しやすさ」等の意味で用いられる。特に近年は、「多様な利用者にとってどの程度アクセス可能であるかどうか」「多様な利用者にとってどの程度アクセスしやすいか」といった文脈で用いられることが多くなっている。

利用者個人の多様性には、障害（視覚、聴覚、言語、発達、精神、運動機能、内部等）の有無や、年齢、性別、身体特性、文化、国籍、言語、技術や習熟度等の多様性が含まれる。また利用状況（場所、天候、時間、混雑状況、非常時・・・等）の多様性もアクセシビリティに影響する。

私たちは他者と様々な方法でコミュニケーションをとっている。ICT（Information Communication Technology）に象徴されるように、情報活用にお

いてコミュニケーションは重要な要素である。コミュニケーションの方法は、言語的コミュニケーションと非言語的コミュニケーションに分類することができる。

- 言語的なコミュニケーション
(音声言語, 書字言語, 口話, 手話, 指文字, 触手話, 指点字等)
- 非言語的なコミュニケーション
(表情, 視線, 身振り, 手振り, 声のトーン等)

に分類することができる。口話は、自分が話をするときは発声し、相手の話は口の動きを読み取るコミュニケーション方法で、聴覚障害がある人が健聴者との音声コミュニケーションの際に用いられている。指点字は両手の指を点字の6点に見立てて指に触れてコミュニケーションを行う方法で、盲聾の人とのコミュニケーションに用いられている。私たちは普段の会話の中で非言語的なコミュニケーションを多く行っているが、視覚や聴覚や自閉スペクトラム症等の障害がある場合、非言語的コミュニケーション伝わらないことがある。また文化の違いで非言語的コミュニケーションの印象が異なる場合もある。

「情報」へのアクセスしやすさのことを「情報アクセシビリティ」という。「情報アクセシビリティ」と言う場合は、暗黙のうちに、障害がある人や高齢者や外国人等、情報へのアクセスに困難や不自由が予想される利用者を含む多様な利用者のアクセスの可否を問われていることが多い。

5.2 なぜアクセシビリティが必要なのか

情報へのアクセスの可否は、日常生活や社会生活、学習や経済活動等、私たちの様々な営みに大きな影響を与える。法の下での平等や公平性の観点からも多様な人に情報アクセシビリティが担保されることは重要である。またインターネットビジネスやビックデータビジネスに象徴されるように、情報アクセシビリティが生み出す経済効果は計り知れない。このため特にICTの分野では、早くから情報アクセシビリティの重要性が意識されるようになった。アメリカ合衆国が定めるリハビリテーション法 508 条は、世界中で利用される電子・情報技術のアクセシビリティにも大きな影響を与えている。リハビリテーション 508 条は、政府機関が調達する電子・情報技術は、アクセシビリ

ティに関する基準に準拠したものにすることを義務付けているため、世界中で利用される OS やアプリケーションを開発しているマイクロソフト、アップル、グーグル等のアメリカ合衆国の世界的な企業の製品もアクセシビリティ機能を備えたものになっている。

日本国内においても、2016 年 4 月 1 日より施行される「障害を理由とする差別の解消の推進に関する法律」により，社会的障壁を取り除くために必要かつ合理的な配慮を行うことが，行政機関等に対しては義務化，事業者に対しては努力義務化されたため，法令遵守の観点からも情報アクセシビリティへの配慮が求められている [1]。

5.3 情報活用と利用者の多様性

私たちは様々な情報を利用して生活をしている。食事・整容・更衣・入浴・移動・排泄等，私たちが日常的に行っている動作のことを「日常生活動作」という。あなたは，これらの日常生活動作を行う際にどのような情報を活用しているだろうか。目を閉じていても，日常生活動作を行うのに支障はないだろうか。耳がふさがっていたら，手がふさがっていたら。鏡，蛇口の位置，信号機，クラクションの音，教室番号…，制約がある状況を想定してみると，私たちが普段の生活で利用している情報にどのようなものがあるのかが見えてくる。表 5.1 に挙げたような障害がある場合，日常生活に対してどのような情報アクセス上の困難が予想されるだろうか。

表 5.1: 情報アクセス上の困難が予想される利用者の例

情報	アクセス上の困難が予想される利用者の障害
視覚情報	視覚（視力，視野，色覚），視覚過敏，注意力，等
聴覚情報	聴覚（感音性，伝音性），注意力，言語，聴覚過敏，等
読み書き	視覚，聴覚，記憶，注意力，読字，上肢，認知，等
コミュニケーション	視覚，聴覚，言語，記憶，想像力，注意力，認知，等

利用者の多様性について具体的な例をすべて網羅することは紙面の都合上も困難であるが，イメージを抱いてもらうために，表 5.1 に挙げた利用者の多様性について具体的な例をいくつか紹介する。

視覚に機能的な障害があり，日常生活や社会生活に支障が生じている場合，視覚障害という。WHO では両目の矯正視力が 0.3 以下の場合を弱視（Low

Vision) と定義している。

日常生活や社会生活に支障が生じるか否かは社会環境や生活環境に依存する。WHO の定義は、世界的な見地からの定義であるため、技術的に進んでいる国の場合は、両目の矯正視力が 0.2 程度であっても日常生活への支障は少ない場合もある。このように社会環境や生活環境，利用可能なテクノロジーや周囲の配慮で情報アクセシビリティは大きく変わる。

視覚情報へのアクセスの問題は、視力だけでなく視野や色覚の程度にも大きく依存する。視野が限られている場合は、全体像の把握が難しくなり、読み書きに時間を要したり、物を探したり見つけたり混雑する場所で移動することが困難である場合がある。一般的に私たちの目には、赤・緑・青の光に反応する視細胞があり色を識別しているが、これらの視細胞が機能していない場合、色の識別が困難になる。私たちの身の回りには、様々な色の組み合わせで様々な情報が提供されているが、例えば信号機の「赤はとまれ」「青は進め」のように色のみで情報を伝える場合、これが識別できない人も多く存在する。また背景色と文字の色のコントラストが低い場合、文字が読めなくなる人も多くいる。色を使用する場合は、色が識別できない場合も情報が伝わるかどうかについて留意する必要がある。

聴覚に機能的な障害があり、日常生活や社会生活に支障が生じている場合、聴覚障害という。難聴には伝音性の難聴と感音性の難聴がある。伝音性の難聴の場合、補聴器などで音を大きくすることで聞こえの改善が期待できるが、感音性の難聴の場合、音の高さによって聞こえの程度が大きく変わったり、雑音の中から選択的に音を聞き分けることが困難であったり、音として聞こえてはいても音が歪んで聞こえるため言葉を聞き取ることが困難であったりするため、単純に音を大きくするだけでは聞こえが改善されない場合が多い。感音性の難聴の場合は、音声情報の情報アクセシビリティを担保するために、雑音をカットして必要な音声をクリアに伝えるか、文字や手話等の視覚的な情報で音声情報を置き換えることが必要になる。

注意力の障害がある場合は、文字を読むことはできても読み落としが多くなったり、音を聞き取ることができても聞き落としや聞き漏らしが多くなることがある。重要な情報へのアクセシビリティを担保するためには、重要な情報をフォーカスしたり、文書や電子データで情報提供を行う等、読み落としや聞き漏らしへの配慮が必要になる。視覚や聴覚に関する感覚過敏がある場合も、視覚情報や音声情報へのアクセスに支障が生じている場合がある。

視覚、聴覚、記憶、注意力、読字、上肢、認知、等の障害がある場合、読み

書きに支障が生じている場合がある。読字障害がある場合、似ている文字や記号的表記の識別が困難であったり、文字が反転して見えていたり、見慣れない表現が頭に入ってこなかったり、読み飛ばしが多かったりと様々な読み書き上の支障が生じることがある。読字障害に対しては、フォントを変えることや文字をフォーカスすることや文字を音声で読み上げることでアクセシビリティが向上することがある。記憶や注意力の障害がある場合、例えば耳で聞いた内容をノートに書きとるような作業が難しい場合がある。読み書きに支障がある利用者に対しては、重要な情報について、文書やテキストデータで提供することや、読み書きにパソコンを使用することで情報アクセシビリティが向上する場合が多い。

視覚、聴覚、言語、記憶、想像力、注意力、認知、等の障害がある場合は、コミュニケーションに支障が生じている場合がある。視覚・聴覚・想像力・注意力の障害がある場合は、非言語的コミュニケーションの情報が伝わっていない場合を想定しておく必要がある。

想像力の障害がある場合、抽象的な表現やあいまいな表現が巧く伝わらない場合がある。一般に抽象的な表現やあいまいな表現は、その情報を特定するために様々な情報（経験、背景、慣習、状況、文脈、非言語的コミュニケーション等）を活用しなければならないため、情報アクセシビリティ上の支障が生じやすい。抽象的な表現や曖昧な表現は、具体的な表現におきかえることで情報アクセシビリティが向上する場合が多い。

5.4 情報支援技術

5.4.1 OS 標準搭載のアクセシビリティ機能

Windows, Mac, iOS, Android, 等、一般に利用されている OS には、目や耳や手等が不自由な利用者を想定して、標準で表 5.2 や図 5.1 で示されるようなアクセシビリティ機能が搭載されている。

表 5.2: OS 標準搭載のアクセシビリティ機能の例

出力機能	拡大機能／読み上げ機能／コントラスト・文字サイズの調整
入力機能	音声入力／入力操作（タイピング・タップ）の調整

コンピューターのアクセシビリティ機能



文字サイズ、画面拡大、画面読み上げ、タッチ操作・・・

図 5.1: OS 標準搭載のアクセシビリティ機能設定画面

OS に関するアクセシビリティ機能は、下記の Web サイトで知ることができる。

- マイクロソフト : アクセシビリティホーム (Windows 等) [2]
- Apple : アクセシビリティ (iOS 等) [3]
- Android : Accessibility ヘルプ [4]

5.4.2 その他の情報支援技術

表 5.3 に暮らしや読み書きの情報アクセシビリティを支援する技術の例を挙げる。

表 5.3: 情報支援技術の例

単眼鏡	拡大読書器	点字電子手帳
スクリーンリーダー	音声認識アプリ	自動点訳アプリ
色認識アプリ	文字盤	VOCA
FM 補聴器	赤外線補聴器	磁器ループ
要約筆記	ガイドヘルプ	絵カード
DAISY	2次元コード	OCR

5.5 Web コンテンツとアクセシビリティ

ワールド・ワイド・ウェブで使用される技術の標準化を推進しているワールド・ワイド・ウェブ・コンソーシアムでは、Web で提供されるコンテンツに対して、障害がある人を含む多様な人々のアクセシビリティを担保するために、ウェブ・コンテンツ・アクセシビリティ・ガイドライン [5] を勧告している。同ガイドラインでは、4 原則として、

- (1) 「知覚可能」多様な利用者が知覚できる方法で情報提供すること
- (2) 「操作可能」多様な利用者が操作できること
- (3) 「理解可能」多様な利用者が理解できること
- (4) 「堅牢性」多様な利用環境・利用ツールにおいて利用できること

を提唱している。日本国内向けの Web アクセシビリティに関するガイドラインとしては、JIS 規格「JIS X 8341-3:2010」がある ([6] の検索画面から「X8341」で検索、閲覧のみ可能)。

Web 利用者の中には、Web サイトの文字情報を音声で読み上げる音声ブラウザを利用して閲覧している利用者や、スイッチ特殊な入力機器を使用して閲覧している利用者、音がなっていることが分からない利用者、点滅する光で発作がおきる利用者等、様々な利用者がいる。表 5.4 に Web アクセシビリティに関する配慮例を挙げる。

表 5.4: Web アクセシビリティに関する配慮例

知覚可能	● 全ての非テキストコンテンツ（画像，音声，映像等）には，利用者が必要とする形式（音声，拡大印刷，点字等）に変換できるよう，代替テキストを提供する。 ● 色の識別を必要としない表現を用いる。 ● 文字の色と背景色のコントラスト比を高くする。
操作可能	● 全ての機能をキーボードから操作できるようにする。 ● 利用者がコンテンツを読み，使用するために十分な時間を提供する。
理解可能	● ウェブページの表示や挙動を予測可能にする。
堅牢性	● 支援技術（読み上げ等）を含むユーザーエージェント（ブラウザ等）との互換性を最大化する。

課題

- (1) 今朝，目を覚ましてから授業を受けるまでに利用した視覚情報を 10 点挙げよ。 例) 目覚まし時計で時間を確認した。
- (2) 表 5.1 に挙げたコミュニケーション上の困難が予想される障害（視覚，聴覚，言語，記憶，想像力，注意力，認知）のそれぞれについて，困難の具体例を挙げよ。 例) 視覚：「あれ」「それ」「これ」等の指示語が何を指しているのか分からない場合がある。
- (3) 表 5.2 に挙げた OS 標準搭載のアクセシビリティ機能について，あなたが利用できる端末（パソコン，スマートフォン等）で，その動作を確認せよ。
- (4) 表 5.3 に挙げた情報支援技術にはそれぞれどのような機能があるのか，Web 上にある情報を調べよ。そのうえで，どのような情報アクセシビリティを支援できるか議論せよ。

- (5) 表 5.4 に挙げた配慮例について、どのような利用者の情報アクセシビリティを向上させるか議論せよ。

参考文献

- [1] 内閣府, 障害を理由とする差別の解消の推進, <http://www8.cao.go.jp/shougai/suishin/sabekai.html> (2015/11/30 アクセス) .
- [2] マイクロソフト アクセシビリティホーム (Windows 等), <http://www.microsoft.com/japan/enable/default.mspx> (2016/2/29 アクセス) .
- [3] Apple - アクセシビリティ (iOS 等), <http://www.apple.com/jp/ipad/features/accessibility.html> (2016/2/29 アクセス) .
- [4] Android Accessibility ヘルプ, <https://support.google.com/accessibility/android/> (2016/2/29 アクセス) .
- [5] ウェブアクセシビリティ基盤委員会 (WAIC), Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0, <http://waic.jp/docs/WCAG20/Overview.html> (2016/2/29 アクセス) .
- [6] 日本工業標準調査会, JIS 規格詳細画面, <http://www.jisc.go.jp/app/jis/general/GnrJISSearch.html> (2017/4/3 アクセス) から「X8341」で検索, 閲覧のみ可能.

第6章 アンケート調査

6.1 はじめに

いたるところでさまざまな内容のアンケート調査が行われている。5年に一度の国勢調査、内閣支持率の世論調査、より日常的に言えば、飲食店、ホテルなどでサービス内容についての評価を求められるだろうし、また、新聞やWeb上のニュース、テレビ番組などで、アンケート調査にもとづいた情報を目にするであろう。現代社会では、好むと好まざるにかかわらず、さまざまな状況で調査によって生み出される情報を参考にしながら意思決定を行なっていかなければならない。

アンケート調査があまりにも身近にあるためか、アンケート調査の実施にはそれほど高度な専門知識や技術は必要ではないようにも思うかもしれない。既存のアンケートを参考に、適当な質問項目を並べれば、調査用紙のようなものは作成できる。それを適当に配布し、回答を記入してもらい、集計すれば、それっぽい数値を得ることができる。そこで得られた数値は、はたして信頼に足るものだろうか。

アンケート調査を実施し、信頼できる結果を得るためには、最低限満たしておかねばならないルールが存在する。ここでは、妥当な調査を実施する際に理解しておかねばならない重要な点を二つ紹介する。これらは、なにも調査を行う人にだけ必要な知識というわけではない。はじめに述べたように、わたしたちは調査結果をもとに意思決定を行っている。さまざまな調査の中から、信頼できるものとそうでないものを区別し、本当に有効な情報のみを生活に活かしていかなければならない。その区別をする際には、「妥当な調査とは何か」という知識が必須となる。

6.2 アンケート調査とは何か

アンケート調査に接する機会が多くなり、アンケート調査は日常用語のひとつになっている。「アンケート調査」という言葉の意味をたずねられたら、「人々に質問が書かれた紙を配って、回答を集めること」を想定する人は多いのではないだろうか。アンケート調査では、たしかに、「人々に質問が書かれた紙を配り、回答を集める」という手続きをとるため、この認識は間違っているわけではない。しかし、専門用語としてアンケート調査を捉えた場合、この認識だけでは不十分である。

アンケート調査の定義の一例を紹介しよう。たとえば、辻・有馬 (1987) では、「社会のさまざまな分野で生じている問題を解決するために、問題に関係している人々あるいは組織に対して同じ質問を行い、質問に対する回答としてデータを収集し、そのデータを解析することによって、問題解決に役立つ情報を引き出していくという一連のプロセス」と定義されている。アンケート調査は、問題解決を目的として、ある特定の集団に関する情報を得るために実施されるものであり、その手段として、対象となる人々に同じ質問を行い、その回答を収集している、ということがわかるだろう。

また、アンケート調査では、ある特定の集団に関する情報を得ようとしている、という点をしっかり理解しておいてほしい。アンケート調査はその集団を構成する個人から回答を得ているが、各個人がどのように回答したかということ自体には関心がない。あくまで、集団に関する情報を得ようとしているのである。たとえば、内閣支持率の調査であれば、日本国民の内閣支持率が知りたい情報であり、〇〇さんが内閣を支持しているのか支持していないのか、を問題としたいのではない。飲食店で実施されている「お客様アンケート」なるものでは、その店を利用した人がどの程度サービスに満足しているのか、さらにいえば、不満をもった人が何に不満を持ったのかについての情報を得ることで、サービスの改善に役立てようとしている。

6.3 アンケート調査の結果は信頼できるか

わたしたちが何かを知りたくてアンケート調査を実施したり、あるいは、自分では調査を実施しなくても、調査の結果をもとに意思決定をしたりするのは、調査によって得られる情報が信頼できるものであると考えているからである。アンケート調査から得られた情報が信頼できるものであるためには、

どのような条件が満たされる必要があるだろうか。残念ながら、世の中にあふれかえっている調査結果の多くは、妥当な調査とよべる条件を満たしておらず、信頼できない調査結果であることが多い。

2000年に出版された『「社会調査」のウソ: リサーチ・リテラシー』では、50以上の事例をあげ、それらの調査の問題点を詳細に解説している。はじめのうちは、そこで紹介されている調査の何が問題なのか、具体的にはわからないかもしれない。しかし、読み進めていくうちに、調査の問題点、そして、調査のどの点に注目すれば、その調査結果の信頼性について判断できるのか、といったことが、具体的につかめてくると思うので、ぜひ一度読んでみてほしい。いささか過激な表現であるが、この本のカバー袖部分を引用しておく。

世の中に蔓延している「社会調査」の過半数はゴミである。始末の悪いことに、このゴミは参考にされたり引用されることで、新たなゴミを生み出している。では、なぜこのようなゴミが作られるのか。それは、この国では社会調査についてのきちんとした方法論が認識されていないからだ。いい加減なデータが大手を振ってまかり通る日本—データラメ社会を脱却するために、我々は今こそゴミを見分ける目を養い、ゴミを作らないための方法論を学ぶ必要がある。

谷岡 (2000)

6.4 妥当な調査を実施するために

正確な、信頼できる情報を得ることができる調査、すなわち、妥当な調査であるためには、大きく以下の二つ (サンプリングの妥当性、測定の妥当性) に注意することが必要である。

サンプリングの妥当性

アンケート調査は、ある特定の集団に関する情報を得ようとしているが、多くの場合、その集団を構成するすべての人から回答を得るわけではない。たとえば、内閣支持率の場合、調査によって知りたい情報は、現時点での国民の内閣支持率であるが、すべての国民に内閣を支持しているかどうかを聞くわけではなく、一部の国民に質問している。調査したい集団を構成するすべての人に回答を求める調査を全数調査といい、集団を構成する成員から一部を標本として抽出し、その人達に回答を求める調査を標本調査という。

多くのアンケート調査は標本調査である。全数調査の例としては、5年に一度の国勢調査があげられる。また、大学で実施している授業評価アンケートも、「ある大学で開講されているある科目を2016年前期に受講した人達」という限定した集団に関する情報を得たい場合は、全数調査ということができる。このように全数調査か標本調査かは、データの数の絶対的な大きさに区別されるのではなく、対象としている集団のすべての人から回答を得ているのか、一部分の人から回答を得ているのか、という観点で区別される。

正確なことを知るためには全数調査をしなければならない、という直観を持つ人は意外と多い。標本調査は、全数調査に比べてはるかにコストがかからないため、「全数調査をしたくてもコスト的に非現実的である場合の代替手段」といった程度の認識をもたれることも少なくない。しかし、厳密に言えば、全数調査から引き出された情報でさえ、調査対象が有している本来の特性を完全に反映した誤差のない正確な情報である、と考えることはできない。アンケート調査においてはそのすべてのプロセスにおいて誤差が生じうる。たとえば、質問に対する回答者の虚偽の回答、回答者による質問の意味の取り違い、回答者の不在や回答拒否による調査不能、調査員の不正、調査データを入力・集計する際のミス、などである。これらの誤差は全数調査であるか標本調査であるかにかかわらず発生しうる誤差であり、非標本誤差とよばれる。全数調査でも誤差は含まれうる、ということを理解しておくことが重要である。場合によっては、調査データを入力・集計する際のミスなど、データの数が増えるにつれ、誤差の発生確率が高まることもある。

もちろん、調査の精度に関して、標本抽出に基づく推測の誤りの可能性は避けられない。これを標本調査に固有の誤差という意味で、標本誤差とよぶ。たとえば、国民の内閣支持率を知るために、10人程度を標本として抽出し、その10人の回答から得られた数値（たとえば、70%）をもとに国民の内閣支持率を推測したとしたら、その推測はおそらく正確ではないだろう。ただし、問題になるのは、そのサンプルの人数の少なさによって推測の精度がどの程度低下するのか、ということである。わたしたちは集団についての情報を得、それにもとづいて意思決定をするために調査を行うのであり、その判断に必要な精度の情報が得られればよい。

では、どれくらいの人から回答を求めれば、1億2800万人の内閣支持率を（ある程度）正確に予測できるであろうか。抽出された集団（標本、サンプル）から、元の集団（母集団）の特徴を推定する統計学を推測統計学という。標本調査の結果得られた数値と母集団の真の値とのズレが1%程度であれば許容

できるとした場合、必要なサンプルの人数は1万人程度と計算できる。予想していた数字よりも少ないのではないだろうか。当然、サンプルの人数が少なくなれば推測の精度は悪くなり、人数が多くなれば推測の精度は良くなる。ある標本調査の結果、内閣支持率が70%だったとしよう。その標本が100人程度であれば、国民の内閣支持率は61—79 % (誤差9 %) と判断でき、1000名程度であれば67—73 % (誤差3 %) と判断できる。なお、サンプルの人数と推測の精度の関係は直線的ではない。推測のズレの指標である標準誤差はサンプルの人数の平方根に反比例するので、推測のズレが小さくなると、より精度を上げるために必要なサンプルの人数は増えることになる。たとえば、真の値とのズレを0.5 %程度でないと許容できないのであれば、必要なサンプルの人数は4倍の4万人となる。

1万人の回答を得れば、そのサンプルで得られた数値を母集団の数値として用いる際に1 %程度の誤差しか生じないということに驚いた人も少なくないだろう。しかし、この推測統計学の理論を用いて母集団の数値を推測するためには、サンプルが母集団を反映している必要がある。スープの味見をするときを考えてみてほしい。スープを良くかき混ぜ、スプーンで一口をすくって味見をするだろう。このスープを良くかき混ぜる、という作業が重要である。仮にスープに動物性脂肪が多い場合、表面をすくったスプーンには、本来よりも多くの割合で動物性脂肪が含まれており、正確な味見とはならない。なお、スプーンですくって味見をするということは標本調査に該当する。味見においてスープを全部飲み干すということ (全数調査) はしないし、「スープを全部飲み干さなければ、味についての正確な判断ができない」などとは誰も考えない。

調査において推測統計を用いる場合も、標本が母集団を反映したものとなっていることが前提となる。仮に先の内閣調査の例で、現内閣を支持している1万人を対象に調査を行った場合、同じ1万人を対象とした調査であったとしても、そこで得られた値 (内閣支持率100%) が国民の内閣支持率を反映しているとは思わないだろう。この例は極端であるため、調査に問題があることは容易に見抜くことができる。しかし、わたしたちが日常生活でふれている調査においても、この点について同じような問題を抱えているものは少なくない。

たとえば、ある政策について、雑誌読者を対象としたアンケート調査が報告されることがある。このような調査は、回答者の数自体も多く、回答者が住んでいる場所も比較的広範となるため、ある特定の日時にある特定の場所

での街頭調査 (娯楽番組の一環としてよくみかけるような、〇〇駅周辺のサラリーマン 100 人に聞いてみました形式の調査を思い浮かべてみるとよい) に比べれば、国民一般の意見を反映した調査結果になっているようにみえるかもしれない。しかし、当然のことではあるが、この場合も、アンケートの対象者は雑誌の購読者に限定される。その場合、雑誌の読者層が国民一般の代表としてみなすことができるかどうかによって、調査結果を信頼できる結果として利用するかどうかの判断が変わってくることになる。同様に、テレビ番組で報道されるアンケート調査の結果では、サンプルについての記述がグラフの端に小さく書かれているだけであったり、場合によっては、サンプルについての記述がまったくないことがあったりする。日ごろ目にするアンケート調査結果について、そのサンプルの情報が記載されているかどうか、ぜひ確認してほしい。

以上に述べたように、標本が母集団を反映したものとなっているかどうかは、その調査結果を信頼できる結果として利用するかどうかの判断をするうえで非常に重要である。妥当な標本抽出方法はいくつかあるが、ここでは無作為抽出法を紹介する。無作為抽出法は、ある個体が標本として選び出される確率 (抽出確率) が等しくなるよう、人間の恣意的な判断や主観を排除し、ランダムに抽出する方法である。くじ引きをイメージするとよいだろう。具体的な抽出作業としては、乱数を発生させ、その数値に基づいて、母集団の個体リストから抽出される個体を決定する、などがある。無作為抽出法は、原理的にわかりやすく抽出の精度が非常に高くなることが期待できるが、一方で実務的にはコストが高くつくことが多い。そこで、系統抽出法や多段抽出法、層化抽出法など、実務的なコストを比較的 low にしながら抽出の精度を保つ方法などが考案されている。これまで何度も述べているように、どのような標本抽出法をもちいて調査を実施したのかについては非常に重要な情報である。したがって、自分が調査を実施した際には、報告書に必ず標本抽出法について明記し、自分が他の人が行った調査を参照する際には、どのような抽出法を用いたのかを確認することが必要である。また、標本抽出法についての言及がない調査結果については、その結果が信頼できるかどうかの判断すらできないため、参考としないほうがよいだろう。極論をいえば、周りの人、10 人に聞いただけかもしれない。それを判断する情報が示されていないのである。

とはいえ、日ごろ目にする調査においては、完全に妥当なサンプリングがなされているものは非常に少ない。厳密な意味での無作為抽出を行うために

は、すべての母集団成員が含まれるリストが必要となる。仮にリストがあっても、調査実施にかかる金銭的なコストとのかねあいで、完全は無作為に標本を抽出して調査を行うことを見送る場合もあるだろう。その意味で、先ほど述べたことは「調査者が直面する現実的な制約を無視した、単なる理想論でしかない」といえるかもしれない。調査結果が信頼できるものかどうかは、単に二分法的に考えるのではなく、どの程度信頼できるか、といった信頼性を量的に捉えることも有用であろう。たとえば、大学生を対象に実施された調査結果から、母集団を日本国民として考え、推測に使う、というのは問題がある場合もある。しかし、母集団を大学生と考えれば、その推測は妥当であるといえるだろう。このように、調査のサンプルの情報から、どの程度の母集団であれば、その結果を推測に使用することが妥当であると考えられるか、を判断することによって、現実的な制約から無作為抽出ができていない調査結果を無意味なものとして切り捨てるのではなく、どこまでがこの調査から主張できて、どこまでが主張できないのか、を考えることもある意味では有用かもしれない。

測定の妥当性

アンケート調査では、質問紙を配布し、それに回答してもらうことで知りたいことについての情報を得る。これは、質問と回答からなるコミュニケーションのプロセスと同じであり、わたしたちの日常的なコミュニケーションと同じく、虚偽、思い込み、偏見などの影響を免れることはできないことを意味している。むしろ、アンケート調査では面接調査とは異なり、その場で回答者とコミュニケーションをとることはほとんどないため、事前に用意した質問項目が、調査者が知りたいと考えている事柄を適切に調べることが可能になっているかどうか非常に重要となる。

質問の作成の難しさを実感する例として、辻・有馬 (1987) が紹介している事例をみてみよう。これは、文部省統計数理研究所が実施していた、「日本人の国民性を知る調査」での「人情課長についての質問」である。

ある会社につきのような2人の課長がいます。もしあなたが使われるとしたら、どちらの課長に使われるほうが良いと思いますか。

- (1) 規則をまげてまで、無理な仕事をさせることはありませんが、仕事以外のことでは人のめんどろを見ません。
- (2) 時には規則をまげて、無理な仕事をさせることもあります。

仕事以外でも人のめんどうをよく見ます。

どちらの課長の部下につきたいと思っただろうか。1953年から1978年まで5年おきに実施された調査では、(2)の課長を選択した人の比率が一貫して80%前後であった。ここでどちらのタイプの課長が支持されていたかということ自体はどうでもよい。問題は1983年の調査の結果である。1983年の調査では、回答選択肢の文章を一部入れ換えて実施された。

- (1) 仕事以外のことでは人のめんどうを見ませんが、規則をまげてまで、無理な仕事をさせることもありません。
- (2) 仕事以外でも人のめんどうをよく見ますが、時には規則をまげて、無理な仕事をさせることもあります。

今度はどちらを選択しただろうか。回答選択肢の節を入れ替えたときの調査結果は、(1)を選択した人が48%，(2)を選択した人が47%であった。入れ替える前と後で、文の内容の論理的な意味は同じである。しかし、入れ替えた結果、おそらくそれぞれのタイプの課長に対して回答者が抱くイメージが変わり、その結果、選択率が大きく変わってしまった。このように、質問で使用する用語や言い回しが異なれば、異なる調査結果が得られることを十分に認識した上で、慎重に質問紙を作成する必要がある。

質問紙を作成する際に避けるべき、代表的な質問項目をいくつか紹介しよう。難解な質問、ダブルバーレル質問、誘導質問である。難解な質問、ダブルバーレル質問は、その意味内容の解釈が回答者によって異なる可能性があり、したがって、そこで得られた回答が何を意味しているのかが一意に定まらないことがある。また、誘導質問では、回答を特定の方向にゆがめてしまう可能性がある。これらが複数含まれているような調査は、項目作成の際に十分な準備がなされておらず、良い調査とは決していけない。

難解な質問とは、回答者が理解しにくい語句や表現が含まれている質問項目である。「あなたは、フレックスタイム制をあなたの職場で導入することに賛成ですか、反対ですか」という項目を考えてみよう。これについては、フレックスタイム制を知らない回答者は答えることができない。フレックスタイム制という言葉についての解説を加えるなどして、すべての回答者が質問項目の意味を理解できるように補足する必要がある。

ダブルバーレル質問とは一つの質問項目の中に二つ以上の論点が含まれている質問のことである。「あなたは、お酒を飲んだり、タバコを吸ったり、ギャンブルをしたりしますか」という質問では、飲酒の有無、喫煙の有無、ギャンブルの有無がそれぞれ別の論点である。

ンプルの有無，についての質問が一つになっている。仮に調査者は，一つでも該当する人に「はい」と答えてほしいとしても，回答者の中には，すべてに該当する場合に「はい」と答えるのだろう，と解釈して答える可能性もある。このような場合には，質問項目をわけるか，あるいは，すべてに該当した場合に「はい」と答えるのか，一つでも該当する場合に「はい」と答えるのかを明記する必要がある。

誘導質問とは，回答者の反応を一定方向に導いてしまうような表現になっている質問項目である。「あなたは日本の財政赤字が増大している中で，日本が外国に対して経済支援を行うことに対して賛成ですか，反対ですか」という質問では，単に「日本が外国に対して経済支援を行うことに対して賛成ですか，反対ですか」という質問に比べて，経済支援に対して否定的な回答に誘導する可能性が考えられるだろう。また，これに関連してキャリーオーバー効果というものがある。キャリーオーバー効果とは，前の質問が後続の質問の回答に影響することである。たとえば先ほどの例で，「日本が外国に対して経済支援を行うことに対して賛成ですか，反対ですか」と質問したとしよう。これ自体は中立的な表現となっている。しかし，その前の質問として，「日本の財政赤字が増大していることを知っていますか」などの質問があれば，誘導質問と同じく，経済支援に対して否定的な回答にバイアスがかかる可能性が生じる。質問項目それ自体には問題がなくとも，その前に提示される質問によって，その質問に対する回答は影響を受けてしまうため，質問の構成が回答をゆがめていないか，という点に気を配る必要がある。また，調査結果を読み取る側も同じく，特定の質問項目だけでなく，質問紙全体に問題がないかをチェックする必要があるだろう。

質問紙の作成にあたっての注意点としては，鈴木 (2011) の『質問紙デザインの技法』に詳しい。そこで用意されているチェックリストは110項目にも及ぶ。そのような入念な用意をしてはじめて，自分が知りたいことを知ることができるような質問紙が作成できるのである。

6.5 まとめ

アンケート調査が非常に身近に存在する現代社会では，その調査結果を適切に活かすためにも，妥当な調査とは何かを知っておく必要がある。ここで紹介したのは，サンプリングの妥当性と測定の妥当性，である。サンプリングの妥当性とは，その調査で対象となっている人たち (サンプル) が知りたい

集団 (母集団) を代表しているかどうか、である。測定の妥当性とは、その調査で用いられている質問項目が、調査で知りたい内容を正確に測れているかどうか、である。これらの二つの情報は、その調査結果が信頼できるかどうかを判断するのに非常に重要な情報であるが、あまり注意が払われていない。極端に言えば、回答を誘導するような質問紙を用い、サンプルの抽出が偏っていれば、調査者が主張したい内容に合致する調査結果を得ることは可能である。そして、使用した質問紙についての情報やサンプルについての情報を提示せずに、調査結果のみを大々的に取り上げ、自説を主張したとしたらどうだろうか。その主張を正しいもの、根拠のあるものとして受けとめてしまうのではないだろうか。このようなケースが現実にあるとはいわないが、調査結果を参照する際に、サンプリングの妥当性や測定の妥当性に注意しないということは、そのような危険性をはらんでいるのである。

課題

- (1) 3日分の新聞を参照し、アンケート調査に基づいた記事が何件あるか調べてみよう。
- (2) サンプルについての情報が記事中に記載されている（あるいは、情報をたどれば確認できる）記事が何件あるか調べてみよう。
- (3) アンケート項目についての情報が記事中に記載されている（あるいは、情報をたどれば確認できる）記事が何件あるか調べてみよう。
- (4) サンプルやアンケート項目についての情報が確認でき、かつ、それらが妥当な調査が何件あるか調べてみよう。
- (5) 妥当でないと判断される調査は、何が問題でどのように改善すべきかを考えてみよう。

参考文献

- [1] 原純輔, 海野道郎, 社会調査演習 [第2版] (2004) 東京大学出版会
- [2] 佐藤郁哉, 社会調査の考え方 [上] (2015) 東京大学出版会

- [3] 佐藤郁哉, 社会調査の考え方 [下] (2015) 東京大学出版会
- [4] 鈴木淳子, 質問紙デザインの技法 (2011) ナカニシヤ出版
- [5] 谷岡一郎, 「社会調査」のウソーリサーチ・リテラシーのすすめ (2000)
文藝春秋
- [6] 辻新六, 有馬昌宏, アンケート調査の方法—実戦ノウハウとパソコン支援— (1987) 朝倉書店

第7章 情報デザイン

7.1 情報をデザインすることの大きな波

人類はさまざまな情報を形にして表現し、他人に伝える。受け手はそれを解釈し理解しようとする。人類が生まれてから続くそのような活動は、情報デザインの歴史といえる。

他人がより理解しやすく表現すること、それを人類の知恵として体系化していくことで情報デザインという分野が形成されていく。情報を伝達することは、正しく伝えるだけでなく、失われないようにする技術、美しく表現することなどが発展していく。

そして、この分野に大きな変化が訪れたのは、20世紀初頭である。電信、電話の発達、新聞などのメディアの発達、そして船や鉄道といった大量交通機関の発達により、人々はそれまでよりも遠くの世界にまで移動し、物を運び、情報を伝えるようになった。20世紀の二度の世界大戦が、それを加速させた。

そして我々は、単に遠くの世界の情報を得るというだけではなく、異なった言語、異なった文化、異なった価値観と接するようになった。異なる言語、異なる文化、異なる価値観を持つ人たちに、正しく情報を伝えるために、言葉によらない非言語コミュニケーションの必要性が注目されたのである。

この20世紀初頭には、多くの人々がこの命題に取り組んでいたのであるが、とりわけオーストリアの社会学者オットー・ノイラートはアイソタイプの提唱者としてその名を残している。図7.1はアイソタイプの一例を表している。ノイラートは、図表を洗練されたデザインと共に表現することで表現の単純化に取り組んだ。ノイラートが提唱したアイソタイプは、その後交通標識などのサイン計画へ影響を及ぼしている。



図 7.1: ノイラートのアイソタイプの例

絵文字や統計的なデータだけでなく、地図のデザインについてもこの時期に大きな波が訪れた。例えば、駅や地下鉄で見る路線図を例に取り上げる。駅の路線図は世界地図、日本地図のそれとは異なり、忠実に地形を再現しているわけではない。そのデザインの誕生は1930年代のロンドンにさかのぼる。

図 7.2 は1932年のロンドンの地下鉄路線図である。この路線図は都市の実際の地形に合わせて描かれているがこれでは駅や路線の関係性が非常に分かりづらい。そこで、ハリー・ベックは都市の地形とは無関係にグリッド状に駅と路線を並べた路線図を製作した。実際の地形を忠実に再現するよりも駅や路線の関係性を簡潔に示す方法がとられたのである。彼の作った路線図は1933年ロンドン市交通局の地下鉄路線図として図 7.3 のとおり大改訂された。ベックの路線図の方法論は、現在も多くの都市の路線図に大きな影響を与え続けている。

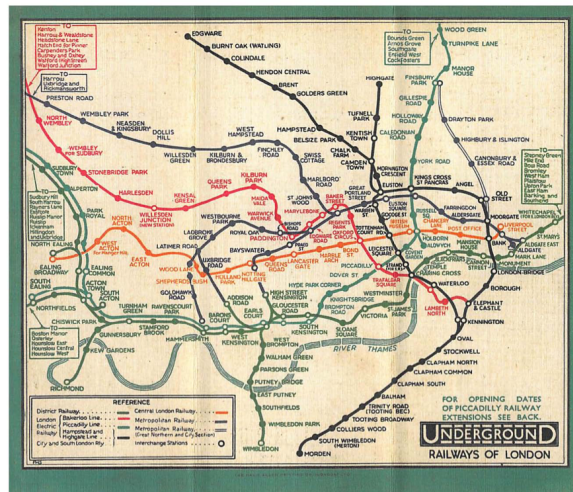


図 7.2: ベック以前のロンドンの地下鉄路線図 1932 年



図 7.3: ベックによるロンドンの地下鉄路線図 1933 年

7.1.1 情報の並べ方

私たちの身の回りには、さまざまな情報がある。それを私たちは観察し、何らかの情報を受け取ってそれを理解しようとする。情報を自ら理解しようとするとき、相手に伝えようとするとき、私たちは情報を何らかの規則に従っ

て並べることが多い。そうすることが情報を理解する上で大きな助けになるからである。

それでは、情報にはどのような並べ方があるだろうか。それは大きくは五つしかないといわれている。言い換えると、世の中の情報はこの5つのうちのどれかで並べられている。おおよそ全ての学問分野においても、事物を分類することがその分野を理解する上での基本的なアプローチになっている。元素表、メシエ天体のリスト、ことわざ辞典、年表、植生図、生物の進化の系統図はもちろん、書店や図書館での配架、検索のための方法まで、世の中の物事を情報をもとに並べようとした時、その並べ方は結局5種類に分類される。それは、5種類の頭文字をとって LATCH と呼ばれている。

7.1.2 LATCH

Location 位置による並べ方

物理的な位置による並べ方は、文字や言葉によるコミュニケーションよりも歴史が古いと言われている。場所は、物事を伝達するときに必要な情報 5W1H のひとつであり、そのまま主に平面に展開しやすい情報でもある。

Alphabet アルファベット順、五十音順による並べ方

名前順の並べ方は、名簿や辞典などで広く使われている、よく親しまれている並べ方である。知りたい情報の名前の読みがわかっている時には、その情報を検索し探し出す（アクセスする）ために必要な時間と手間が少ない半面、隣接する情報の関係性は薄い。

Time 時間軸による並べ方

日付順、年代順など、古いものから新しいもの（またはその逆）へと情報を並べる方法は、博物館や図鑑の年表などから一般的な電子メールの整列に至るまで、スケールの大小を問わず使われている。

Category カテゴリー・分類による並べ方

人々がなんらかの目的のために決めた分類法に従って並べる方法。図書分類、デパートや商店での商品の配置など、その物事の性格に応じて区分けする方法である。適切なカテゴリーを設定することで、使いやすさや理解のしやすが増す。

Hierarchy ヒエラルキー・物理量による並べ方

時間軸，位置以外のなんらかの物理量に従って並べる方法。背の順，重量別といった学級やスポーツで用いられるものから，ランキングなど娯楽性を意識した指標もある。

7.1.3 情報の爆発

20 世紀はマスメディアが台頭する世紀であった。より広範囲に，より多くの読者や視聴者を得るためにマスメディアが巨大化していった。20 世紀末にインターネットという新しい情報基盤が出現したことにより，放送と通信の融合が始まった。また，インターネットの持つスケラビリティを利用して，ニッチな読者やローカルな情報メディアが生まれ，市民メディアが市民権を得てきている。このように，情報の伝送路であるチャンネル（または狭義のメディア）が増加し，情報の送り手が巨大な放送局や出版社だけでなく，小さな放送局や市民までもが情報を送る時代が到来した。そして，流通する情報の量が増え続けている。

インターネットが出現する以前，旅先の情報を得るためのメディアはガイドブックや紀行文，時刻表など限られたものであった。インターネットの普及によって，多くの人々が情報の送り手となった。また現地のローカルな出版社の小冊子を電子的に読むこともできるようになった。検索性や蓄積性も高まり，全てを把握することが困難なほどの大量の情報に囲まれている。

このように，対価を支払って数少ない情報を得ていた時代から，対価を支払うことを意識せずに莫大なデータに接して，その中から情報を得る時代へと，現代社会をとりまく情報メディアの環境はこの 20 年で急速に変化した。

7.1.4 理解の概観

この急速な情報メディアの環境の変化に，我々人類は果たして適応しているのだろうか。自分が把握できないほどの大量のデータに囲まれた状態では，その中から適切な情報を探し出すことよりも，おおよそのイメージで物事を理解したつもりになっていないだろうか。理解ができない理由はデータの数が足りないからだと考えていないだろうか。

このような状態は，イメージの過剰，情報不安症などと呼ばれる。すなわち，理解できないデータが多いだけでは，私たちは情報を理解しておらず，そ

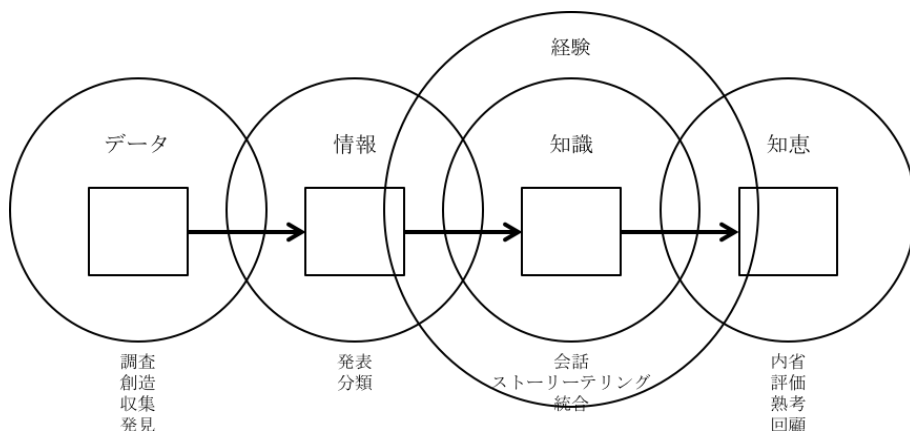


図 7.4: ネイサン・シェドロフによる理解の概観図

ればかりかストレスとを感じるのである。私たちがデータを情報として理解し、知識を蓄積し、知恵として昇華させていくプロセスを、ネイサン・シェドロフが理解の概観として図 7.4 のように図示している。このように、物事のイメージだけではなく本質を情報として理解する，理解できるように伝えることが，情報デザインにさらに求められるようになってきている。

7.2 都市のイメージと地図のデザイン

わかりやすい地図とわかりにくい地図がある。わかりやすい地図はその理由が見やすさだったり，適切な用途だったり，または見慣れた地図であったりといったことであろう。地図にわかりやすい，またはわかりにくいにはさまざまな要因が考えられる。その地図のデザインを少し論理的に考えてみよう。

地図をデザインするということは，いわば現実の都市のモデル化である。我々は都市をどうイメージとして記憶しているだろうか。このような意欲的な研究に取り組んだのがアメリカの建築家ケヴィン・リンチである。1960 年にリンチが発表した「都市のイメージ」の中で，人々は5つの要素によって都市をイメージしていると結論づけている。その5つの要素，path, node, edge, district, landmark について解説しよう。

7.2.1 都市をイメージする五つの要素

path 道路

人々は都市を移動するときに道路を移動する。道路は都市の基本的な骨格である。

node 交点・交差点

道路が複数あれば、必ずそれらは交わる。それらが交わるところでは、人々が何らかの判断を必要とし、また新しい出会いがある。交差点は時として目印となる場合もある。

edge 端

人々が都市をイメージするとき、なにかしら外周の極を設定する。それが都市の形を決定づけ、また都市を移動するときの精神的な限界にもなる。河川や大きな道路、鉄道の路線などがそうなることが多い。

district 地区

町名というよりは「界限」といわれるイメージに近い。道路に挟まれた一角を一つの個性を持った地区として認識することは、都市のイメージを豊かにする。日本の多くの都市では住所は道路ではなく町名によって表されているため、地区と一致している場合も多い。

landmark 目印、目印となる建物

都市のイメージを構成する最後の要素はランドマークである。その都市の目印となるものであり、建築物であることが多い。百貨店や駅の正面など、いわゆる待ち合わせ場所として使われることも多い。ランドマークは名所となる可能性を持つため、都市計画や建築計画において意図的に目印となるように設計する場合もある。からくり時計や噴水など、音や動きがあることで人々が滞留する。ランドマークにはこのような仕組みも使われる。

このように path, node, edge, district, landmark という 5 つの要素によって、都市はイメージされているというのがリンチの説であり、この説はいまでも広く受け入れられている。地図をデザインするということは、その場所がどうイメージされているか、そしてその上で、どのような情報を地図上に並べるかという作業なのである。

7.3 人間と情報，無意識のうちの解釈

人類は情報メディアに慣れ親しんだ生活をすでに長い間送ってきている。それは情報メディアがデジタル化されたり，インターネットが普及するよりも以前であり，20世紀に大きな波がやってきたことはすでに述べた。日本では1960年代に今の交通標識が制定された。この交通標識を知らない日本人はいないだろう。

交通標識は，青，黄，赤を背景色に，丸，三角，四角といった形状で記号や絵文字を用いて指示を伝えている。例えば，赤で三角形（逆三角）であれば「止まれ」という文字を読まなくても，一旦停止を指示している。黄色い四角（ひし形）であれば警告をイメージし，その中に電車の絵が描いてあれば，踏切注意だと我々は解釈する。

赤は危険，黄色は注意，青は安全だというイメージは，もともとの色の持つイメージよりも，この交通標識や交通信号によって我々の無意識の中に取り込まれたと考えられている。このように色や形状によって無意識のうちに伝わるということは，適切に使わないと誤解されることを意味する。例えば，洪水による浸水のリスクを地図上で色で表す場合，我々はどのような色で段階を示すだろうか。濃い青は，深い水の色でもあるが，赤に比べると安全と受け取られる色でもある。紫よりも青色の方が安全なのか，危険なのか。紫は青と赤の間の危険性を伝えられるのだろうか。

無意識のうちに情報を解釈してしまうことには，個人差があることを情報の作り手は理解しなければならない。このようなことは，色だけでなく，形状や絵文字など表現の全てにおいて起こりうる。

7.3.1 メディアリテラシー

メディアを介してコミュニケーションを行うとき，私たちは送り手であるか受け手となる。この送り手と受け手の関係性を考えよう。送り手は受け手に何らかのメッセージを送りたい。しかし，メディアコミュニケーションにおいては，メッセージが直接伝わるのではなく，送り手が表現した「記号」のみがメディア（またはチャンネル）を介して受け手に伝わる。したがって，送り手の真意が受け手に伝わるかどうかは送り手の表現力に大きく依存する。

一方で受け手は受け取った「記号」を解釈しメッセージを理解しようとする。メディアコミュニケーションにおいて，送り手は受け手の解釈，理解に

対して介入できない。すなわち、情報の受け手が自らの知識と経験をもとに「記号」を一方的に解釈するのである。送り手の真意を受け手が理解できるかどうかは、受け手の解釈力に大きく依存する。

このようにメディアコミュニケーションは、送り手の表現力と受け手の解釈力によるところが大きい。このようなメディアの読み書きの能力のことを、メディアリテラシーと呼ぶ。図 7.5 はメディアリテラシーの構造を模式した図である。

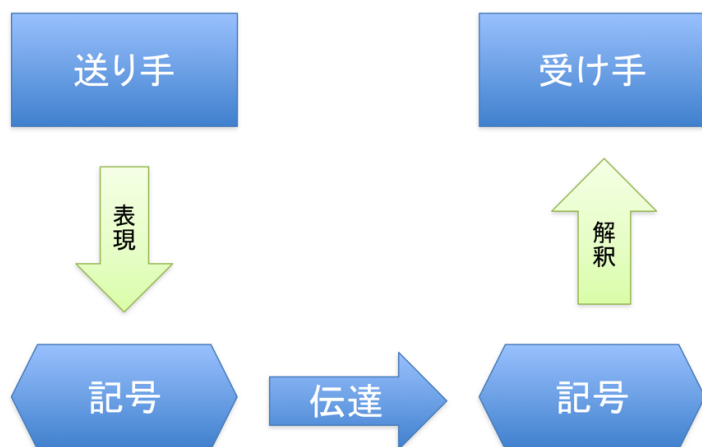


図 7.5: メディアコミュニケーションの構造の模式図

7.3.2 メディアコミュニケーションの限界とコンテクスト

メディアコミュニケーションには五つの要素が存在する。まず、コミュニケーションを行う手段であり、これはチャンネルと呼ばれる。そしてメディアを介してコミュニケーションを行う際の送り手と受け手という存在である。送り手と受け手がやりとりするコンテンツ (内容) もメディアコミュニケーションの五つの要素の一つとして数えられる。メディアコミュニケーションが簡単に成立するかどうか、あるいは失敗するかどうかは、送り手と受け手のもつ文化や価値観のような環境に依存する。送り手と受け手が同じような文化や価値観を持っていると、メディアコミュニケーションは成立しやすい。一方で、異なる文化や価値観を持つ者同士によるメディアコミュニケーションには、誤解や行き違いが生じやすい。この送り手と受け手が無意識のうち

に共有している文化や価値観はコンテキスト¹と呼ばれる。メディアコミュニケーションはチャンネル，コミュニケーションを行う際の送り手と受け手，コンテンツ，コンテキストの五つの要素で構成されている。(図 7.6)

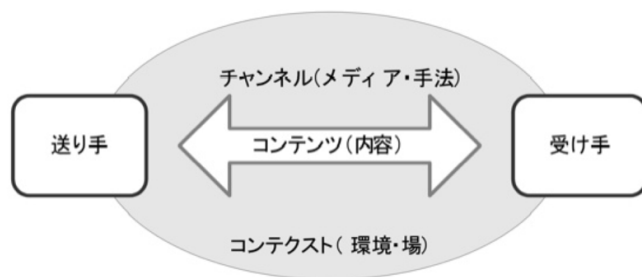


図 7.6: メディアコミュニケーションの五つの要素

日本人は、ハイコンテキスト文化といわれる。多くを語らなくてもお互いに分かり合えるということからそういわれている。しかし、異なるコンテキストを持つ人々とのコミュニケーションもその必要性が急速に増している。メディアコミュニケーションにおいて、コンテキストを意識することが必要となってきた。

情報をデザインとは、配色や配置，文字種を選ぶことでもある。そのときに私たちは自分たちのコンテキストでそれを選んでいないだろうか，違う解釈はないかということを想像するとよい。それによってより多くの人びとに対して，正しく情報を伝えることができるようになるだろう。

課題

- (1) 情報の五つの並べ方について，実社会での例をそれぞれ挙げてみよう。
- (2) 100 枚の年賀状の並べ方を 3 通り考えてみよう。なぜその並べ方を選んだのか，理由を説明してみよう。
- (3) 前問について、この年賀状の並び方は電子メールの並び順と同じだろうか。違う場合，なにがそうさせるのか考えてみよう。

¹本来は”文脈”という意味をもつ。

- (4) 図 7.7 は広島大学東広島キャンパスの地図である。この地図について，path, node, edge, district, landmark という五つの要素で記述してみよう。



図 7.7: 広島大学東広島キャンパスの地図

- (5) 雨量レーダーのウェブサイトにおけるデザインの工夫はどのようなところだろうか。
- (6) 浸水のリスクを広く伝えるためには、情報の受け手に次にどのような行動をしてもらったらよいだろうか（つまりどのようなサービスが必要だろうか）。

第8章 防災情報とその利用

8.1 はじめに

近年、世界各地で未曾有の極端な気象事象が大きな災害につながる事例が頻繁に報道されるようになってきた。異常気象を大きな災害につながらないようにするには、いち早くその発生を予測し、対応できるようにすることが必要である。たとえば、1999年6月29日に広島で発生した土砂災害(「6.29広島土砂災害」と呼ばれている災害)の場合を例にとると、当時は雨の情報については天気予報や気象庁のAMeDAS(Automated Meteorological Data Acquisition System)の観測雨量から得られるだけであつたし、どこが危険かを示すハザードマップなども積極的には公開されていなかった。広島では、「6.29広島土砂災害」の翌年の2000年からは紙媒体でのハザードマップの配付公開が始まり、また、同時期に始められた広島県防災情報システム(現在の広島県防災Web)上での公開、また、行政の多くの機関が個々に管轄していた観測雨量データの管轄の壁を超えての統合化と公開などが進められ、その頃からはいつでも誰でもこれらの情報をインターネット経由で取得し、利活用可能な状態になっている。

しかし、2014年8月20日未明、広島市安佐北区・安佐南区の一部地域に降った豪雨はそれ以前の広島では経験したことのないような未曾有の降り方であった。これによって、真夜中の時間帯に集中的に崩壊・土石流が多数発生し、山麓に展開していた人家の密集地域に土砂や濁流が突っ込んで、77人もの犠牲者を出すような大災害になってしまった。この災害を調査した際、被災地となったエリアが土石流災害の危険のある地域であるということを示すハザードマップが、前述した広島県防災Webに掲載・公表されていることが、多くの被災住民には認知されていないことに気がついた。このような有益な防災情報が知られていなかったことは非常に残念なことである。

本章では、将来また起きるかもしれない土砂災害を防止するための大雨への備え方について、この広島県防災Webを使いながら説明する。特に、情報

の取り方、その解釈の仕方、また、利活用のコツなどが学べるように説明することにした。

8.2 広島県防災 Web について

8.2.1 はじめに

前述したように、広島県防災 Web(<http://www.bousai.pref.hiroshima.jp/hdis/>)は、2000 年 6 月頃からのしばらくの試行の後、広島県防災情報システムとして運用が開始された。現在は数度の改訂を経たバージョンが運用されていて、土砂災害だけでなく洪水や高潮災害なども対象にした防災のための情報の提供を主な目的としている。本稿では、特に、土砂災害に備えた情報提供の部分に的を絞って説明することにする。なお、先日 2017 年 12 月末に大きな改訂があり、2018 年 5 月 24 日現在もなお部分的に修正作業が続いている。本テキストで扱う内容には今後、変更が加えられる可能性もあることを了承願いたい。

8.2.2 広島県防災 Web を開く

まず最初に、「広島県防災 Web」のトップ画面を表示しよう(図 8.1)。ここには広島県の地図が表示されていて、市町区ごとに色づけられることによってその時点で発表されている気象注意報・警報や避難情報などが一目でわかるようになっている。地図の部分をクリックすることで、その情報の中身を表示してくれる画面にできる。

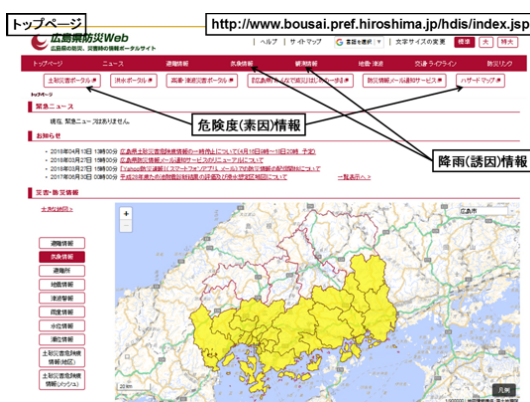


図 8.1: 広島県防災 Web トップページ

8.2.3 土砂災害ハザードマップを見てみよう

図 8.1 の左上にある「土砂災害ポータル」をクリックすると図 8.2 のような画面になる。このページからは何種類もの役立つ情報が得られるのだが、その中でも特に、ハザードマップ等に関するものを見るために、左上にある「土砂災害警戒区域・特別警戒区域図等」を開いてみよう。すると、図 8.3 のような画面になる。

図 8.3 の初期画面では「土砂災害危険箇所図」のチェックボックスにチェックが付けられていない。まずはチェックを入れておこう。次に、左の方にある「検索」をクリックし、「市区町」を選んでさらに検索、表示された住所から選択することで、見たい地域の図面を表示することができる。画面中の任意の場所で左クリックしながら見たい位置に画面をずらすことができる。拡大縮小は左上の＋ボタンをクリックすれば良い。たとえば、広島市安佐南区八木三丁目周辺を表示したものを図 8.4 にあげる。この図からは土石流危険渓流の青い線と急傾斜地崩壊(がけ崩れ)危険箇所の黄緑色で塗られたところがたくさんあることがわかる。土石流が氾濫・堆

積したり、がけ崩れの土砂の及ぶ範囲がそれぞれ薄黄色で塗られている。その中でも危険度の著しく高い区域については赤色で塗られている。これら黄色い範囲は「土砂災害警戒区域」(イエローゾーン)、赤っぽい範囲は「土砂災害特別警戒区域」(レッドゾーン)と呼ばれている危険なエリアである。法律



図 8.2: 「土地災害ポータル」トップページ



図 8.3: 「土砂災害警戒区域・特別警戒区域図等」のトップページ

により、レッドゾーン内では建築制限・居住制限がかかるため、基本的に住むための家がふつうには建てられない。イエローゾーンとあわせて、この範囲に指定されると、土砂災害の防止のためのさまざまな対策(地域防災計画の中に記載、警戒・避難体制の整備、防災訓練の実施、ほか)が地域に義務づけられる。

広島市では2014年8月20日に、豪雨によって多数の土石流等が人家を襲う事態が発生し、この図の範囲でもたくさんの人命が失われた(「8.20広島土砂災害」)。しかし、レッドゾーンの表示は無かったものの「土石流危険渓流」や「急傾斜地崩壊危険箇所」がたくさんあることを示す「土砂災害危険箇所図」の公表・公開は10年以上前から行われてきていたこと

から、人々がこのようなハザードマップの存在を事前に知って、利活用できたはずだった。しかし、8.20災害当時はこの図の中の住民にはほとんど知られていなかったのである。ハザードマップ等は公表・公開をするだけでなく、実際に見てもらい、理解し、利活用してもらえよう働きかけをするなど、さらなる工夫や取り組みが必要であることが2014年の災害でも明らかになったといえる。

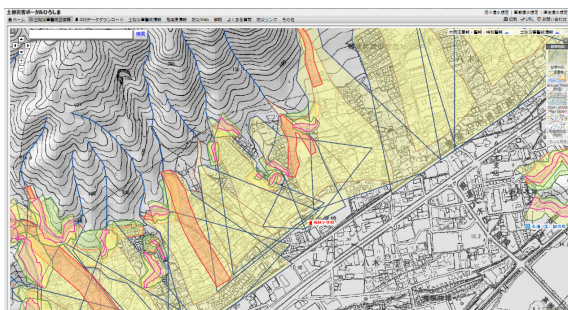


図 8.4: 土砂災害警戒区域図と危険箇所図の同時表示の一例

広島市安佐南区八木三丁目周辺

「広島県防災 Web」のトップ画面(図 8.1)で上の方に横一列で示されている項目の中から、「観測情報」を選択し、最上部に出てくる「観測情報概況」を開いてみよう(図 8.5)。メインの地図の中に、県内 405 箇所の雨量観測所がプロットされている。図 8.5 では雨が降っていないことから色づけはされていないが、降雨があるときにはその雨量に応じて色づけがなされることで、どの程度の雨が降っているかが感覚的にわかるように工夫されている。

なお、右下に凡例のボタンがあり、何が表示されているか、どのくらいの雨量かがわかる。表示画面は「最新」のものとなっているが、上方にある日時を指定できるボタンをクリックすることにより少し過去にさかのぼることもできるので確かめて欲しい。

[illegible]

図 8.5: 「観測情報概況」図の一例



図 8.6: 「雨量実況一覧」をクリックしてみたもの

をみるとよい。すると、図 8.6 のような一覧表の形でその時点での最新の観測雨量の数値が観測所ごとに示される。この表は下の方にわたって県内にあるすべての観測所毎の数値データを示しているので、数値の大きい観測所や地域がわかる。また、各観測所のデータを見たい場合は、表の中の左端にある「詳細」ボタンをクリックすることで、図 8.7 のような表示画面に替わる。

時間実効雨量」は 100mm 程度以上になっていて、「半減期 1.5 時実効雨量」は 30mm 程度以上になっている。単に、ごく小さな規模の崩壊が起きるという場合まで含めると、雨らしい雨がほとんど降っていない場合やほんの 10 分程度しか強雨の降らない場合にも起きることがあるが、そのような場合には被害の発生にまではつながらないことが多い。筆者のこれまでの調査によると、この両者の関係が以下のようにになっているときに、広島では土砂災害発生につながりやすいことがわかっている。

「ある時点までに降った雨量」の代わりになるのが「半減期 72 時間実効雨量」である。「その後に降る 1 時間雨量」については天気予報などでこのような雨の予想がなされているときには注意が必要だし、土砂災害が発生してしまうような段階では上述した「半減期 1.5 時間実効雨量」がこの「その後に降る 1 時間雨量」のところに記載した数値以上になっている。

しかし、ずっと雨が降っていて、しかも強い雨も降り始めるような状況のときに、視覚的・感覚的に危険度を知りたい場合があるだろう。そんなときには図8.5や図8.6や図8.7の上の方に横一列で示されている「観測情報」を選択して出てくる表示の中から、「土砂災害危険度」を見よう。すると、図8.8のような表示になる。

このページの上の方にある3枚の図面のそれぞれが非常に重要な情報を教えてくれている。左端の図にはどこにどのような注意報や警報などが出ているのかが示されている。真ん中の図からは現在の時点で土砂災害の発生までの接近度(危険度)がどのくらいかを知ることができる。右端の図は現時点でどこにどのような強雨が降っているのかを知ることができる。それぞれの図はそこをクリックすることで拡大表示され、真ん中と右端の図についてはより詳しく地域との関係を見ることができるようになるので、ぜひクリックしてみてください。

たとえば、真ん中の図をクリックしてみた一例が図8.9である。この図は広島県内に5km×5kmの網(メッシュ)をかぶせ、それぞれのメッシュが土砂災害発生までの接近度(危険度)がどれだけになってきているかを色で示している。凡例は左の方にあるように、赤色だと現状でいつ土砂災害になってもおかしくない状況であること、ピンク色だとこの後1時間分



図 8.8: 「観測情報」の中で「土砂災害危険度」をクリックしたときのトップページ

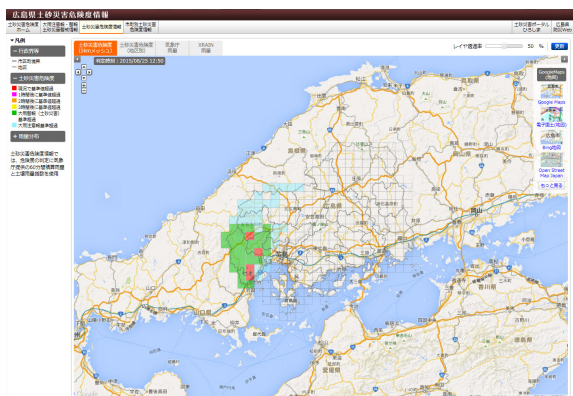


図 8.9: 「土砂災害危険度」の図をクリックした時の最初に表示される図面の一例

の予測雨量値を加えると土砂災害が発生する状況であること、オレンジ色だと2時間後に、黄色だと3時間後にそのような状況になるとの予想であることが示されている。また、この図を拡大していくと、ハザードマップ(土砂災害危険箇所図や土砂災害警戒区域図)などが重ねて表示できるようになっている。

次に、図8.8の右端の図(降雨の状況をXバンドMPレーダーで捉えたもので、「XRAIN雨量」と呼ばれている)をクリックしてみよう。250mメッシュサイズでの強雨の状況を1分ごとに更新される情報として知ることができる。図8.10はその一例であるが、さらに拡大したものが図8.11である。色の違いでどのくらいの強雨が降っているかを知ることができる。凡例は左の方に示されている。また、この図は自動でも数分毎に更新されるが、右上の方にある「更新」をクリックすることで1分毎に更新される情報を表示することもできる。身近なところで激しい豪雨が急速に移動している時などにはぜひ活用してほしい。

ただ、非常に残念なことに、2018年6月1日現在、この図については改修中でしばらく使用することができない状態になっている。少しでも早い復旧が望まれる。

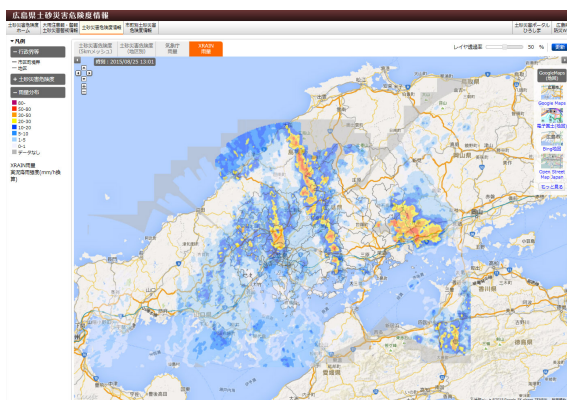


図 8.10: 「土砂災害危険度」の中の「XRAIN雨量」をクリックしたときの一例

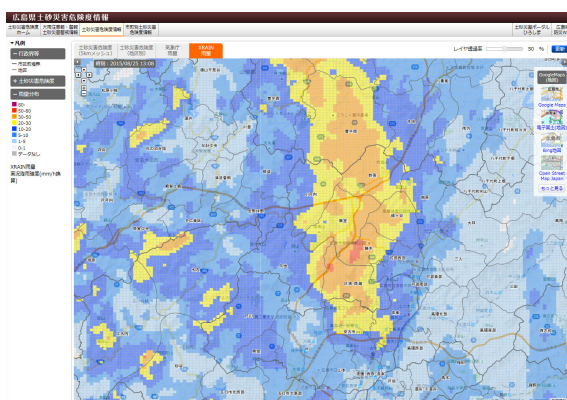


図 8.11: 「XRAIN雨量」を拡大したときの一例

8.3 雨量データの活用 用法の一例

「広島県防災 Web」にある雨量情報を閲覧するだけでなく、実際に雨量情報をダウンロードし、活用する手法について一例を紹介する。余裕があれば、ぜひ実践してみよう。

8.3.1 雨量データの表示とダウンロード

「広島県防災 Web」のトップページ上に横に並んでいる項目の中から、「観測情報」を選択し、「雨量実況一覧」の画面を表示させたとき(図 8.6)、その右側に「統計情報ダウンロード」がある。これをクリックしてみよう。すると、年月日等が選択できる画面になるので、たとえば、「8.20 広島土砂災害」の発生した「2014 年 8 月 20 日」を選択して「ダウンロード」

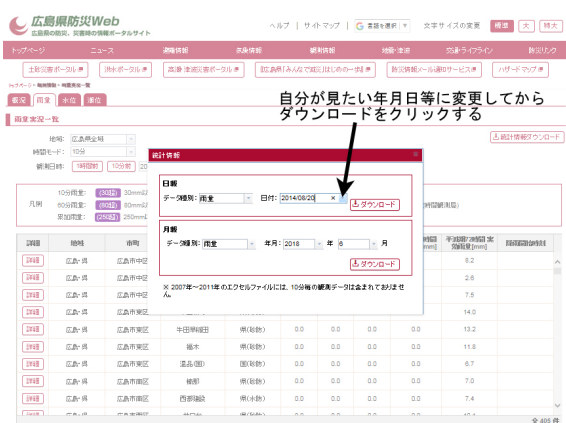


図 8.12: 「観測情報」の「統計情報」をクリックし年月の欄に「2014」年「8」月を選んで実行した時に表示される画面

をクリックしてみよう(図 8.12)。すると、2014 年 8 月 20 日の県内 410 観測所(現在は 405 箇所)で毎正時に観測された雨量値がエクセル等の表形式で表示される(表 8.1)。

このエクセルの表はワークシート形式になっているので、下の方に 5 つのワークシートが表示されているのを確認してほしい。左から、「雨量正時表」「雨量定時表 1」「雨量定時表 2」「雨量定時表 3」「雨量定時表 4」の 5 つがあり、最初は左端の「雨量正時表」のワークシートが表示されている。他の「雨量定時表 1」から「雨量定時表 4」をクリックして開いてみるとそれぞれ 6 時間分ずつの 10 分雨量観測値が観測所ごとに表示される画面であることがわかる(表 8.1)。

これらのデータは、かんたんにコピー、ペーストが可能なので、必要な箇所を任意に切り出して利用することができる。以下に、その一例を紹介しよう。

表 8.1: 2014 年 8 月 20 日の毎正午時の 1 時間雨量値が観測所ごとに表示された画面

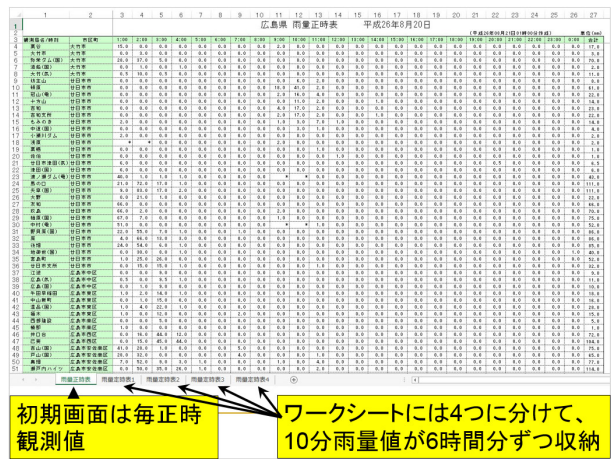
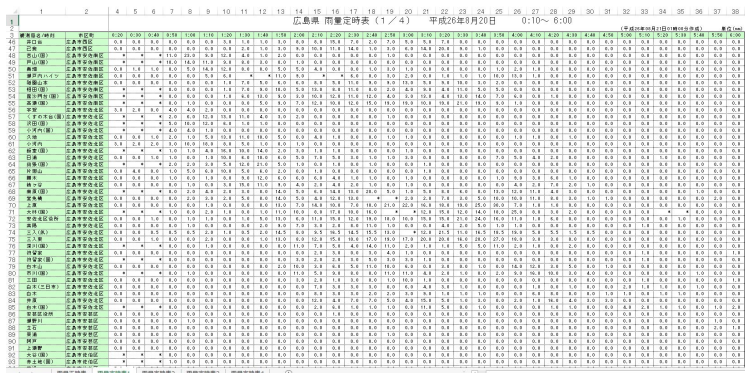


表 8.2: 「雨量定時表 1」をクリックして表示される画面
0:10~6:00 の 6 時間分の 10 分雨量値が観測所ごとに表示されている。



災害につながった一連の雨は前夜から降っていたので、「2014 年 08 月」の「19」日のデータもダウンロードして表示しておくことにする。先にも述べたが、ダウンロードしたときの最初の画面は「雨量正時表」のワークシートになっているので、毎正時の 1 時間雨量値が表示されている。基本はこれでも良いのだが、「8.20 広島土砂災害」につながった雨は、特に、短時間に集中して降っていることから、10 分毎の雨量値で整理してみよう。

8.3.2 雨量データの整理表の準備

データを整理するために、まずは新規にエクセルの表を作成していこう。

新しい表の最初の A 列のセルに「時刻」、B 列に「10 分雨量 (mm)」、C 列に「60 分雨量 (mm)」、D 列に「120 分雨量 (mm)」、E 列に「180 分雨量 (mm)」、F 列に「累加雨量 (mm)」、G 列に「半減期 1.5 時間実効雨量 (mm)」、H 列に「半減期 72 時間実効雨量 (mm)」を入力しよう。

次に、A 列の「時刻」の最初の行である第 2 行目に「18:00」、第 3 行目に「18:10」と入力し、その後、「18:00」と「18:10」の 2 つのセルを選んでその右下隅にカーソルを移すと、カーソルの形が白抜き「+」から黒「+」に変化するので、左クリックを押したまま下の方へドラッグすると、10 分毎の時刻がどんどんと入力されていく。とりあえず、翌朝 6:00 まで入力しておこう。

次に、B 列「10 分雨量」、F 列「累加雨量」、G 列「半減期 1.5 時間実効雨量」の「18:00」のデータは「0.0」と入力しよう。H 列「半減期 72 時間実効雨量」のデータは「24.2」と初期値を入力しよう。2014 年 8 月 19 日 18 時 00 分の時

表 8.3: 10 分間雨量を使った整理表の準備例

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	時刻	10分雨量 (mm)	60分雨量 (mm)	120分雨量 (mm)	180分雨量 (mm)	累加雨量 (mm)	半減期1.5 時間実効 雨量(mm)	半減期72 時間実効 雨量(mm)
2	18:00	0.0				0.0	0.0	24.2
3	18:10							
4	18:20							
5	18:30							
6	18:40							
7	18:50							
8	19:00							
9	19:10							
10	19:20							
11	19:30							
12	19:40							
13	19:50							
14	20:00							
15	20:10							
16	20:20							
17	20:30							
18	20:40							
19	20:50							
20	21:00							
21	21:10							
22	21:20							
23	21:30							
24	21:40							
25	21:50							
26	22:00							
27	22:10							
28	22:20							
29	22:30							
30	22:40							
31	22:50							
32	23:00							
33	23:10							
34	23:20							
35	23:30							
36	23:40							
37	23:50							
38	24:00:00							
39	0:10							
40	0:20							
41	0:30							
42	0:40							
43	0:50							
44	1:00							
45	1:10							
46	1:20							

点で、それ以前に降った雨による影響が半減期 72 時間で計算した実効雨量値としては「24.2mm」分残っていたことを意味する。もし、初期値が不明の場合は、とりあえず、すべて「0.0」と入力しても良いかもしれない(表 8.3)。なお、小数点以下一桁表示に整えると見やすくなる。

8.3.3 数式の入力

まず、F 列「累加雨量」の第 3 行目「18:10」のセルをクリックして選択し、そこに「=」と入力してからすぐ上のセル (F 列の第 2 行目「18:00」の値「0.0」

が記されているセル) をクリックし、続いて「+」を入力し、さらに続いて B 列の第 3 行目「18:10」のまだ空白のセルをクリックしてから、「Enter 

次に、G 列「半減期 1.5 時間実効雨量」でも同様に数式入力をする。第 3 行目「18:10」のセルをクリックして選択し、そこに「=」と入力してからすぐ上のセル (G 列の第 2 行目「18:00」の値「0.0」が記されているセル) をクリックし、続いて「 $*(0.5)^{(1/(1.5*6))}+$ 」を入力し、さらに続いて B 列の第 3 行目「18:10」のまだ空白のセルをクリックしてから、「Enter 

次に、H 列「半減期 72 時間実効雨量」でも同様に数式入力をする。第 3 行目「18:10」のセルをクリックして選択し、そこに「=」と入力してからすぐ上のセル (H 列の第 2 行目「18:00」の値「24.2」が記されているセル) をクリックし、続いて「 $*(0.5)^{(1/(72*6))}+$ 」を入力し、さらに続いて B 列の第 3 行目「18:10」のまだ空白のセルをクリックしてから、「Enter 

表 8.4: F,G,H 列に数式を入力したときの一例

H45										=H44*(0.5)^(1/(72*6))+B45	
	A	B	C	D	E	F	G	H			
	時刻	10分雨量 (mm)	60分雨量 (mm)	120分雨量 (mm)	180分雨量 (mm)	累加雨量 (mm)	半減期1.5 時間実効 雨量(mm)	半減期72 時間実効 雨量(mm)			
1											
2	18:00	0.0				0.0	0.0	24.2			
3	18:10					0.0	0.0	24.2			
4	18:20					0.0	0.0	24.1			
5	18:30					0.0	0.0	24.1			
6	18:40					0.0	0.0	24.0			
7	18:50					0.0	0.0	24.0			
8	19:00					0.0	0.0	24.0			
9	19:10					0.0	0.0	23.9			
10	19:20					0.0	0.0	23.9			
11	19:30					0.0	0.0	23.9			
12	19:40					0.0	0.0	23.8			
13	19:50					0.0	0.0	23.8			
14	20:00					0.0	0.0	23.7			
15	20:10					0.0	0.0	23.7			
16	20:20					0.0	0.0	23.7			
17	20:30					0.0	0.0	23.6			
18	20:40					0.0	0.0	23.6			
19	20:50					0.0	0.0	23.5			
20	21:00					0.0	0.0	23.5			
21	21:10					0.0	0.0	23.5			
22	21:20					0.0	0.0	23.4			
23	21:30					0.0	0.0	23.4			
24	21:40					0.0	0.0	23.4			
25	21:50					0.0	0.0	23.3			
26	22:00					0.0	0.0	23.3			
27	22:10					0.0	0.0	23.2			
28	22:20					0.0	0.0	23.2			
29	22:30					0.0	0.0	23.2			
30	22:40					0.0	0.0	23.1			
31	22:50					0.0	0.0	23.1			
32	23:00					0.0	0.0	23.1			
33	23:10					0.0	0.0	23.0			
34	23:20					0.0	0.0	23.0			
35	23:30					0.0	0.0	23.0			
36	23:40					0.0	0.0	22.9			
37	23:50					0.0	0.0	22.9			
38	24:00:00					0.0	0.0	22.8			
39	0:10					0.0	0.0	22.8			
40	0:20					0.0	0.0	22.8			
41	0:30					0.0	0.0	22.7			
42	0:40					0.0	0.0	22.7			
43	0:50					0.0	0.0	22.7			
44	1:00					0.0	0.0	22.6			
45	1:10					0.0	0.0	22.6			

のセルをもう一度、クリックして選択し、セルの右下隅の位置にカーソルを持って行ってカーソルの形が黒「+」に変わったら、左クリックをしてそのまま下の方までドラッグすると、それぞれのセルの中に、「半減期 72 時間実効雨量」の数式が入力されていく (表 8.4)。

8.3.4 データの入力

先にダウンロードしておいた「2014 年 08 月」の「19」日のデータ表は初期の表示が毎正時の 1 時間雨量値となっている。そこで、ダウンロードしている表の下側にあるワークシートのうち、「雨量定時表 4」をクリックしてみよう。すると、18:10~24:00 の 6 時間の雨量値が 10 分毎に示された表が出てくる。

「広島市安佐北区」の「三入東」観測所の行の「18:10~24:00」の 6 時間の雨量値を左クリックしながら右端までドラッグして選択し、「Ctrl」と「C」を同時に押す。

次に、新規に作成した表の B 列の第 3 行目「18:10」のセルをクリックして選んでから、左上の「貼り付け」の下にある「▼」を選び、その中にある「形式を選択して貼り付け」を選ぶ。その中から「値」と「行列を入れ替える」とにクリックで選択状態にしてから、「OK」をクリックすると、「18:10~24:00」の 6 時間の 10 分毎の雨量値が無事に入力されるはずだ。

同様に、ダウンロードしておいた「2014 年 08 月」の「20」日のデータ表から、ワークシート「雨量定時表 1」を選択し、「0:10~6:00」の 6 時間の 10 分毎の雨量値を表示させる。

「広島市安佐北区」の「三入東」観測所の行の「0:10~6:00」の 6 時間の雨

表 8.5: ダウンロードして得た 10 分間雨量データを入力

	A	B	C	D	E	F	G	H
	時刻	10分雨量 (mm)	60分雨量 (mm)	120分雨量 (mm)	180分雨量 (mm)	累加雨量 (mm)	半減期1.5 時間実効 雨量(mm)	半減期72 時間実効 雨量(mm)
1								
2	18:00	0.0				0.0	0.0	24.2
3	18:10	0.0				0.0	0.0	24.2
4	18:20	0.0				0.0	0.0	24.1
5	18:30	0.0				0.0	0.0	24.1
6	18:40	0.0				0.0	0.0	24.0
7	18:50	1.0				1.0	1.0	25.0
8	19:00	0.0				1.0	0.9	25.0
9	19:10	1.0				2.0	1.9	25.9
10	19:20	0.0				2.0	1.7	25.9
11	19:30	0.0				2.0	1.6	25.8
12	19:40	0.0				2.0	1.5	25.8
13	19:50	0.0				2.0	1.4	25.8
14	20:00	2.0				4.0	3.3	27.7
15	20:10	5.0				9.0	8.0	32.7
16	20:20	3.0				12.0	10.4	35.6
17	20:30	1.0				13.0	10.7	36.6
18	20:40	5.0				18.0	14.9	41.5
19	20:50	4.0				22.0	17.8	45.4
20	21:00	2.0				24.0	18.4	47.4
21	21:10	1.0				25.0	18.1	48.3
22	21:20	1.0				26.0	17.7	49.2
23	21:30	0.0				26.0	16.4	49.1
24	21:40	1.0				27.0	16.2	50.1
25	21:50	0.0				27.0	15.0	50.0
26	22:00	1.0				28.0	14.9	50.9
27	22:10	1.0				29.0	14.8	51.8
28	22:20	3.0				32.0	16.7	54.7
29	22:30	1.0				33.0	16.5	55.6
30	22:40	2.0				35.0	17.2	57.6
31	22:50	3.0				38.0	19.0	60.5
32	23:00	2.0				40.0	19.6	62.4
33	23:10	1.0				41.0	19.1	63.3
34	23:20	0.0				41.0	17.7	63.2
35	23:30	0.0				41.0	16.4	63.1
36	23:40	0.0				41.0	15.2	63.0
37	23:50	0.0				41.0	14.0	62.9
38	24:00:00	1.0				42.0	14.0	63.8
39	0:10	0.0				42.0	13.0	63.7
40	0:20	0.0				42.0	12.0	63.6
41	0:30	0.0				42.0	11.1	63.5
42	0:40	1.0				43.0	11.3	64.4
43	0:50	0.0				43.0	10.4	64.2
44	1:00	0.0				43.0	9.7	64.1
45	1:10	2.0				45.0	11.0	66.0
46	1:20	0.0				45.0	10.1	65.9

量値を左クリックしながら右端までドラッグして選択し、「Ctrl」と「C」を同時に押す。

次に、新規に作成した表のB列の第39行目「0:10」のセルをクリックして選んでから、左上の「貼り付け」の下にある「▼」を選び、その中にある「形式を選択して貼り付け」を選ぶ。その中から「値」と「行列を入れ替える」にクリックで選択状態にしてから、「OK」をクリックすると、「0:10~6:00」の6時間の10分毎の雨量値が入力されるはずだ(表8.5)。

8.3.5 C列「60分雨量」への数式の入力

「60分雨量」はそのセルよりも前に60分間分のデータが存在することではじめて計算できるので、C列の最初の5つのセルは空白のままとしておき、第7行目「18:50」のセルをクリックして選択し、そこに「=SUM(」と入力してから、B列の第2行目「18:00」の「0.0」をクリックして選択し、「:」を入力する。

一時的に「=SUM(B2:B2)」と表示されるので、続けてB列の第7行目「18:50」のセルをクリックすると、表示が「=SUM(B2:B7)」と変化するので、「Enter」を押すと、そのセルには「=SUM(B2:B7)」と自動的に入力される。

その後、このセルをもう一度、クリックして選択し、セルの右下隅の位置にカーソルを持って行ってカーソルの形が黒「+」に変わったら、左クリックをしてそのまま下の方までドラッグすると、それぞれのセルの中に、「60分雨量」の数式が入力されていく(表8.6)。

表 8.6: C列「60分雨量」に数式を入力

	A	B	C	D	E	F	G	H
	時刻	10分雨量 (mm)	60分雨量 (mm)	120分雨量 (mm)	180分雨量 (mm)	累加雨量 (mm)	半減期1.5 時間実効 雨量(mm)	半減期72 時間実効 雨量(mm)
1								
2	18:00	0.0				0.0	0.0	24.2
3	18:10	0.0				0.0	0.0	24.2
4	18:20	0.0				0.0	0.0	24.1
5	18:30	0.0				0.0	0.0	24.1
6	18:40	0.0				0.0	0.0	24.0
7	18:50	1.0	1.0			1.0	1.0	25.0
8	19:00	0.0	1.0			1.0	0.9	25.0
9	19:10	1.0	2.0			2.0	1.9	25.9
10	19:20	0.0	2.0			2.0	1.7	25.9
11	19:30	0.0	2.0			2.0	1.6	25.8
12	19:40	0.0	2.0			2.0	1.5	25.8
13	19:50	0.0	1.0			2.0	1.4	25.8
14	20:00	2.0	3.0			4.0	3.3	27.7
15	20:10	5.0	7.0			9.0	8.0	32.7
16	20:20	3.0	10.0			12.0	10.4	35.6
17	20:30	1.0	11.0			13.0	10.7	36.6
18	20:40	5.0	16.0			18.0	14.9	41.5
19	20:50	4.0	20.0			22.0	17.8	45.4
20	21:00	2.0	20.0			24.0	18.4	47.4
21	21:10	1.0	16.0			25.0	18.1	48.3
22	21:20	1.0	14.0			26.0	17.7	49.2
23	21:30	0.0	13.0			26.0	16.4	49.1
24	21:40	1.0	9.0			27.0	16.2	50.1
25	21:50	0.0	5.0			27.0	15.0	50.0
26	22:00	1.0	4.0			28.0	14.9	50.9
27	22:10	1.0	4.0			29.0	14.8	51.8
28	22:20	3.0	6.0			32.0	16.7	54.7
29	22:30	1.0	7.0			33.0	16.5	55.6
30	22:40	2.0	8.0			35.0	17.2	57.6
31	22:50	3.0	11.0			38.0	19.0	60.5
32	23:00	2.0	12.0			40.0	19.6	62.4
33	23:10	1.0	12.0			41.0	19.1	63.3
34	23:20	0.0	9.0			41.0	17.7	63.2
35	23:30	0.0	8.0			41.0	16.4	63.1
36	23:40	0.0	6.0			41.0	15.2	63.0
37	23:50	0.0	3.0			41.0	14.0	62.9
38	24:00:00	1.0	2.0			42.0	14.0	63.8
39	0:10	0.0	1.0			42.0	13.0	63.7
40	0:20	0.0	1.0			42.0	12.0	63.6
41	0:30	0.0	1.0			42.0	11.1	63.5
42	0:40	1.0	2.0			43.0	11.3	64.4
43	0:50	0.0	2.0			43.0	10.4	64.2
44	1:00	0.0	1.0			43.0	9.7	64.1
45	1:10	2.0	3.0			45.0	11.0	66.0
46	1:20	0.0	3.0			45.0	10.1	65.9

8.3.6 D列「120分雨量」への数式の入力

「120分雨量」はそのセルよりも前に120分間分のデータが存在することではじめて計算できるので、C列の最初の11ヶのセルは空白のままとしておき、第13行目「19:50」のセルをクリックして選択し、「=SUM(」と入力してから、B列2行目「18:00」の「0.0」をクリックして選択し、「:」を入力する。

一時的に「=SUM(B2:B2)」と表示されるので、そのまま続いてB列の第13行目「19:50」のセルをクリックすると、表示が「=SUM(B2:B13)」と変化するので、「Enter」を押すと、そのセルには「=SUM(B2:B13)」と自動的に入力される。

その後、このセルをもう一度、クリックして選択し、セルの右下隅の位置にカーソルを持っていったら、左クリックをしてそのまま下の方までドラッグすると、それぞれのセルの中に、「120分雨量」の数式が入力されていく。

表 8.7: データ入力と計算が完了した段階の表

	A	B	C	D	E	F	G	H
	時刻	10分雨量 (mm)	60分雨量 (mm)	120分雨量 (mm)	180分雨量 (mm)	累加雨量 (mm)	半減期15 時間実効 雨量(mm)	半減期72 時間実効 雨量(mm)
1	18:00	0.0				0.0	0.0	24.2
2	18:10	0.0				0.0	0.0	24.2
3	18:20	0.0				0.0	0.0	24.1
4	18:30	0.0				0.0	0.0	24.1
5	18:40	0.0				0.0	0.0	24.0
6	18:50	1.0	1.0			1.0	1.0	25.0
7	19:00	0.0	1.0			1.0	0.9	25.0
8	19:10	1.0	2.0			2.0	1.9	25.9
9	19:20	0.0	2.0			2.0	1.7	25.9
10	19:30	0.0	2.0			2.0	1.6	25.8
11	19:40	0.0	2.0			2.0	1.5	25.8
12	19:50	0.0	1.0	2.0		2.0	1.4	25.8
13	20:00	2.0	3.0	4.0		4.0	3.3	27.7
14	20:10	5.0	7.0	9.0		9.0	8.0	32.7
15	20:20	3.0	10.0	12.0		12.0	10.4	35.6
16	20:30	1.0	11.0	13.0		13.0	10.7	36.6
17	20:40	5.0	16.0	18.0		18.0	14.9	41.5
18	20:50	4.0	20.0	21.0	22.0	22.0	17.8	45.4
19	21:00	2.0	20.0	23.0	24.0	24.0	18.4	47.4
20	21:10	1.0	16.0	23.0	25.0	25.0	18.1	48.3
21	21:20	1.0	14.0	24.0	26.0	26.0	17.7	49.2
22	21:30	0.0	13.0	24.0	26.0	26.0	16.4	49.1
23	21:40	1.0	9.0	25.0	27.0	27.0	16.2	50.1
24	21:50	0.0	5.0	25.0	26.0	27.0	15.0	50.0
25	22:00	1.0	4.0	24.0	27.0	28.0	14.9	50.9
26	22:10	1.0	4.0	20.0	27.0	29.0	14.8	51.8
27	22:20	3.0	6.0	20.0	30.0	32.0	16.7	54.7
28	22:30	1.0	7.0	20.0	31.0	33.0	16.5	55.6
29	22:40	2.0	8.0	17.0	33.0	35.0	17.2	57.6
30	22:50	3.0	11.0	16.0	36.0	38.0	19.0	60.5
31	23:00	2.0	12.0	16.0	36.0	40.0	19.6	62.4
32	23:10	1.0	12.0	16.0	32.0	41.0	19.1	63.3
33	23:20	0.0	9.0	15.0	29.0	41.0	17.7	63.2
34	23:30	0.0	8.0	15.0	28.0	41.0	16.4	63.1
35	23:40	0.0	6.0	14.0	23.0	41.0	15.2	63.0
36	23:50	0.0	3.0	14.0	19.0	41.0	14.0	62.9
37	24:00.00	1.0	2.0	14.0	18.0	42.0	14.0	63.8
38	0:10	0.0	1.0	13.0	17.0	42.0	13.0	63.7
39	0:20	0.0	1.0	10.0	16.0	42.0	12.0	63.6
40	0:30	0.0	1.0	9.0	16.0	42.0	11.1	63.5
41	0:40	1.0	2.0	8.0	16.0	43.0	11.3	64.4
42	0:50	0.0	2.0	5.0	16.0	43.0	10.4	64.2
43	1:00	0.0	1.0	3.0	15.0	43.0	9.7	64.1
44	1:10	2.0	3.0	4.0	16.0	45.0	11.0	66.0
45	1:20	0.0	3.0	4.0	13.0	45.0	10.1	65.0

8.3.7 E列「180分雨量」への数式の入力

同様に、「180分雨量」はそのセルよりも前に180分間のデータが存在することではじめて計算できるので、C列の最初の17ヶのセルは空白のままとしておき、第19行目「20:50」のセルをクリックして選択し、そこに「=SUM(」と入力してから、B列の第2行目「18:00」の「0.0」をクリックして選択し、「:」を入力する。

一時的に「=SUM(B2:B2)」と表示されるので、続いてB列の第19行目「20:50」のセルをクリックすると、表示が「=SUM(B2:B19)」と変化するので、「Enter」を押すと、そのセルには「=SUM(B2:B19)」と自動的に入力される。

その後、このセルをもう一度、クリックして選択し、セルの右下隅の位置にカーソルを持って行ってカーソルの形が黒「+」に変わったら、左クリックをしてそのまま下の方までドラッグすると、それぞれのセルの中に、「180分雨量」の数式が入力されていく(表8.7)。

すでに一度述べたが、表を見やすくするために、時刻の列以外のB列～H列の数値の部分すべてを選んでハイライト状態にし、エクセルの表の上欄にある「桁数揃え」のためのボタンをうまく使って、小数点以下一桁表示にしておこう。

8.3.8 数値の大きさに応じてセルや数値に色を付ける

(1) B列「10分雨量」について

「18:00」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。左側の空白セルに「2」、右側の空白セルに「3.9999」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い青色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

もう一度、B列「10分雨量」について同様の操作をする。すなわち、「18:00」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。左側の空白セルに今度は「4」、右側の空白セルに「5.9999」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い黄色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

さらにもう一度、B列「10分雨量」について同様の操作をする。すなわち、「18:00」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。今度はここで、「次の値の間」の右横の「▼」をクリックし、「次の値以上」の表示に変え

る。そして、空白セルに「6」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い赤色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

なお、「2」、「4」、「6」などは、「10分雨量」の境界値として筆者が適当に選んだものである。この値を地域の状況に応じて任意に変えることで、より適切な「10分雨量」の境界値の設定につながるだろう。

(2) C列「60分雨量」について

データの開始行「18:50」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。左側の空白セルに「10」、右側の空白セルに「19.9999」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い青色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

もう一度、C列「60分雨量」について同様の操作をする。すなわち、「18:50」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。左側の空白セルに今度は「20」、右側の空白セルに「29.9999」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い黄色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

さらにもう一度、C列「60分雨量」について同様の操作をする。すなわち、「18:50」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。今度はここで、「次の値の間」の右横の「▼」をクリックし、「次の値以上」の表示に変える。そして、空白セルに「30」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い赤色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

なお、ここも同様に、「10」、「20」、「30」などは、「60分雨量」の境界値として筆者が適当に選んだものである。この値を地域の状況に応じて

任意に変えることで、より適切な「60分雨量」の境界値の設定につながるだろう。

(3) D列「120分雨量」について

データの開始行「19:50」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。左側の空白セルに「30」、右側の空白セルに「49.9999」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い青色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

もう一度、D列「120分雨量」について同様の操作をする。すなわち、「19:50」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。左側の空白セルに今度は「50」、右側の空白セルに「69.9999」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い黄色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

さらにもう一度、D列「120分雨量」について同様の操作をする。すなわち、「19:50」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。今度はここで、「次の値の間」の右横の「▼」をクリックし、「次の値以上」の表示に変える。そして、空白セルに「70」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い赤色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

なお、ここも同様に、「30」、「50」、「70」などは、「120分雨量」の境界値として筆者が適当に選んだものである。この値を地域の状況に応じて任意に変えることで、より適切な「120分雨量」の境界値の設定につながるだろう。

(4) E列「180分雨量」について

データの開始行「20:50」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。左側の空白セルに「60」、右側の空白セルに「79.9999」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い青色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

もう一度、E列「180分雨量」について同様の操作をする。すなわち、「20:50」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。左側の空白セルに今度は「80」、右側の空白セルに「99.9999」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い黄色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

さらにもう一度、E列「180分雨量」について同様の操作をする。すなわち、「20:50」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。今度はここで、「次の値の間」の右横の「▼」をクリックし、「次の値以上」の表示に変える。そして、空白セルに「100」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い赤色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

なお、ここも同様に、「60」、「80」、「100」などは、「180分雨量」の境界値として筆者が適当に選んだものである。この値を地域の状況に応じて任意に変えることで、より適切な「180分雨量」の境界値の設定につながるだろう。

(5) F列「累加雨量」について

データの開始行「18:00」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルー

ル」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。左側の空白セルに「100」、右側の空白セルに「149.9999」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い青色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

もう一度、F列「累加雨量」について同様の操作をする。すなわち、「18:00」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。左側の空白セルに今度は「150」、右側の空白セルに「199.9999」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い黄色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

さらにもう一度、F列「累加雨量」について同様の操作をする。すなわち、「18:00」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。今度はここで、「次の値の間」の右横の「▼」をクリックし、「次の値以上」の表示に変える。そして、空白セルに「200」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い赤色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

なお、ここも同様に、「100」、「150」、「200」などは、「累加雨量」の境界値として筆者が適当に選んだものである。この値を地域の状況に応じて任意に変えることで、より適切な「累加雨量」の境界値の設定につながるだろう。

(6) G列「半減期 1.5 時間実効雨量」について

データの開始行「18:00」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。左側の空白セルに「30」、右側の空白セルに「49.9999」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い青色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

もう一度、G 列「半減期 1.5 時間実効雨量」について同様の操作をする。「18:00」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。左側の空白セルに今度は「50」、右側の空白セルに「69.9999」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い黄色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

さらに、もう一度、G 列「半減期 1.5 時間実効雨量」について同様の操作をする。すなわち、「18:00」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。今度はここで、「次の値の間」の右横の「▼」をクリックし、「次の値以上」の表示に変える。そして、空白セルに「70」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い赤色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

なお、ここも同様に、「30」、「50」、「70」などは、「半減期 1.5 時間実効雨量」の境界値として筆者が適当に選んだものである。この値を地域の状況に応じて任意に変えることで、より適切な「半減期 1.5 時間実効雨量」の境界値の設定につながるだろう。

(7) H 列「半減期 72 時間実効雨量」について

データの開始行「18:00」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。左側の空白セルに「150」、右側の空白セルに「199.9999」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い青色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

もう一度、H 列「半減期 72 時間実効雨量」について同様の操作をする。「18:00」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中か

ら「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。左側の空白セルに今度は「200」、右側の空白セルに「249.9999」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い黄色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

さらにもう一度、H列「半減期 72 時間実効雨量」について同様の操作をする。「18:00」から翌朝「6:00」のセルのすべてを左クリックにより選択しておき、エクセルの上方にある「条件付き書式」をクリックする。表示される「新しいルール」を選ぶ。「新しい書式のルール」画面の中から「指定の値を含むセルだけを書式設定」を選ぶ。今度はここで、「次の値の間」の右横の「▼」をクリックし、「次の値以上」の表示に変える。そして、空白セルに「250」を入力し、「書式」をクリック、「塗りつぶし」を選択し、淡い赤色を選んで、「OK」とすると、条件に該当するセルに色が付く。

なお、ここも同様に、「150」、「200」、「250」などは、「半減期 72 時間実効雨量」の境界値として筆者が適当に選んだものである。この値を地域の状況に応じて任意に変えることで、より適切な「半減期 72 時間実効雨量」の境界値の設定につながるだろう。

以上の操作で色づけして完成したものを表 8.8 として示す。ここでは、A 列「時刻」についても、実際に土砂災害が集中発生し始めた時間帯である 2014 年 8 月 20 日 3:20-5:00 のセルに色を付けている。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	時刻	10分雨量 (mm)	60分雨量 (mm)	120分雨量 (mm)	180分雨量 (mm)	累加雨量 (mm)	半減期1.5 時間実効 雨量(mm)	半減期72 時間実効 雨量(mm)
31	22:50	3.0	11.0	16.0	36.0	38.0	19.0	60.5
32	23:00	2.0	12.0	16.0	36.0	40.0	19.6	62.4
33	23:10	1.0	12.0	16.0	32.0	41.0	19.1	63.3
34	23:20	0.0	9.0	15.0	29.0	41.0	17.7	63.2
35	23:30	0.0	8.0	15.0	28.0	41.0	16.4	63.1
36	23:40	0.0	6.0	14.0	23.0	41.0	15.2	63.0
37	23:50	0.0	3.0	14.0	19.0	41.0	14.0	62.9
38	24:00:00	1.0	2.0	14.0	18.0	42.0	14.0	63.8
39	0:10	0.0	1.0	13.0	17.0	42.0	13.0	63.7
40	0:20	0.0	1.0	10.0	16.0	42.0	12.0	63.6
41	0:30	0.0	1.0	9.0	16.0	42.0	11.1	63.5
42	0:40	1.0	2.0	8.0	16.0	43.0	11.3	64.4
43	0:50	0.0	2.0	5.0	16.0	43.0	10.4	64.2
44	1:00	0.0	1.0	3.0	15.0	43.0	9.7	64.1
45	1:10	2.0	3.0	4.0	16.0	45.0	11.0	66.0
46	1:20	0.0	3.0	4.0	13.0	45.0	10.1	65.9
47	1:30	0.0	3.0	4.0	12.0	45.0	9.4	65.8
48	1:40	1.0	3.0	5.0	11.0	46.0	9.7	66.7
49	1:50	13.0	16.0	18.0	21.0	59.0	22.0	79.6
50	2:00	8.0	24.0	25.0	27.0	67.0	28.3	87.5
51	2:10	12.0	34.0	37.0	38.0	79.0	38.2	99.4
52	2:20	15.0	49.0	52.0	53.0	94.0	50.4	114.2
53	2:30	10.0	59.0	62.0	63.0	104.0	56.7	124.0
54	2:40	17.0	75.0	78.0	80.0	121.0	69.5	140.8
55	2:50	19.0	81.0	97.0	99.0	140.0	83.3	159.6
56	3:00	17.0	90.0	114.0	115.0	157.0	94.1	176.3
57	3:10	20.0	98.0	132.0	135.0	177.0	107.2	196.0
58	3:20	20.0	103.0	152.0	155.0	197.0	119.2	215.7
59	3:30	16.0	109.0	168.0	171.0	213.0	126.4	231.4
60	3:40	20.0	112.0	187.0	190.0	233.0	137.0	251.0
61	3:50	27.0	120.0	201.0	217.0	260.0	153.9	277.6
62	4:00	18.0	121.0	211.0	235.0	278.0	160.5	295.2
63	4:10	3.0	104.0	202.0	236.0	281.0	151.6	297.7
64	4:20	3.0	87.0	190.0	239.0	284.0	143.3	300.2
65	4:30	0.0	71.0	180.0	239.0	284.0	132.7	299.7
66	4:40	0.0	51.0	163.0	238.0	284.0	122.9	299.3
67	4:50	0.0	24.0	144.0	225.0	284.0	113.8	298.8
68	5:00	0.0	6.0	127.0	217.0	284.0	105.3	298.3
69	5:10	0.0	3.0	107.0	205.0	284.0	97.5	297.8
70	5:20	0.0	0.0	87.0	190.0	284.0	90.3	297.3
71	5:30	0.0	0.0	71.0	180.0	284.0	83.6	296.9
72	5:40	0.0	0.0	51.0	163.0	284.0	77.4	296.4
73	5:50	0.0	0.0	24.0	144.0	284.0	71.7	295.9
74	6:00	0.0	0.0	6.0	127.0	284.0	66.4	295.4

表 8.8: 完成した雨量表

8.4 おわりに

本章では、防災や減災を考えていく上で非常に役に立つにもかかわらず、あまり知られておらず、利用も活用もされていない防災情報のひとつ「広島県防災 Web」を紹介し、その利活用の仕方の一例を示した。2014 年の「8.20 広島土砂災害」の時には、いかに突然激しい雨が降り始めたか、また、いかにその激しい雨が続いたか、また、それによって、急激に危険な状態になっ

ていったのかなどが、表 8.8 から伝わってくるだろう。まだほんの一部を紹介しただけであり、また、同じデータの活用の仕方他にもいくらでもあるだろう。しかし、本章で紹介したものだけでも豪雨による土砂災害の防止や減災にずいぶんと役立つに違いない。ぜひ少しでも多くの人に知ってもらい、活用してもらいたい。

本書に記載している会社名、及び製品名は各社の商標または登録商標です。なお、本文中に ®マーク、TM マークは明記しておりません。

名称	大学生からの情報リテラシー
編者	広島大学情報科目ワーキング
発行	広島大学情報メディア教育研究センター 情報教育研究部門 〒739-8521 東広島市 鏡山 1-7-1 http://www.riise.hiroshima-u.ac.jp/
発行日	初版：2016 年 4 月 1 日 改訂版：2016 年 6 月 1 日 改訂版：2017 年 4 月 1 日 改訂版：2018 年 4 月 2 日 改訂版：2018 年 6 月 4 日
表紙デザイン	稲垣 知宏
紙面レイアウト	村上 祐子

ISBN

978-4-9905093-1-6

