

情報教育の参照基準 (2019.8.20版)

文責: 久野 靖

2019.8.20

1 はじめに

情報学分野の参照基準 [1] でも述べられているように、情報学はメタサイエンス [2] として、すべての諸科学の基盤の一つと考えられ、市民の一人一人が情報技術に関する知識を背景として、情報社会の制度や情報倫理に関する見識を有していなければならない。そのために情報学分野の参照基準では、情報学以外の専門課程における基礎教育 (専門基礎教育)、さらに、初等中等教育から大学の教養教育に至る教育課程における情報教育について述べているが、そこでは基本的な考え方を示すにとどまっており、各教育段階での教育内容について詳細な検討を行っているわけではない。

本文書「情報教育の参照基準」では、初等中等教育、および高等教育における共通教育ならびに専門基礎教育までの各段階について、情報学のうちから何を学ぶことが望まれるかを検討し整理している。なお、高等教育における共通教育とは、高等教育における一般教育および学士としての普遍的教育を併せたものとする。本文書では、やや曖昧な言葉である教養教育に代えて、共通教育という言葉を用いる。

冒頭で記した情報学の特質により、初等中等段階から高等教育の共通教育・専門基礎教育に至るすべての段階における様々な教科・科目・行事の中で、「情報」に係わる教育が行われている。また、論理的思考や問題解決といったジェネリックスキルの育成も、決して「情報」を専門に扱う教科・科目に限定されるものではなく、多くの教科・科目・行事の目標とされている。

一方、初等中等教育で「情報」を専門に扱う教科・科目は、中学校の技術科 (情報分野) と高等学校の情報科に限られる。小学校では「情報」を専門に扱う教科は存在しないが、2018年度告示学習指導要領では、プログラミング等の「情報」に係わる教育が、既存の教科および総合的学習の時間において行われることを定めている。

本文書では、各教育段階において多様な形態で行われている「情報」に係わる教育を整理するとともに、その「あるべき姿」をまとめることを目標としている。そしてその中で、特に情報教育として認識されている教育内容、具体的には、大学における情報学の共通教育・専門基礎教育、高等学校の情報科、中学校の技術科 (情報分野)、および、小学校におけるプログラミング等の教育内容を位置づけている。

なお、高等教育における専門教育については、「大学の分野別質保証のための教育課程

編成上の参照規準「情報学分野 [1]」(以下「参照規準」と記す)において、情報学の内容・範囲が整理されている。本文書は、(1) 専門教育に接続する学習課程という面も一部はあるが、(2) そこから育成されてくる専門家と連携でき相互に補完関係を築ける人、ならびに、(3) 個人および非専門家相互の活動において現代社会に必要とされる水準で情報・情報技術を活用できる人をいかに育てるか、という観点から検討した結果を示している。

2 検討の枠組

2.1 全体の枠組みおよび学士力・情報学の参照基準との関連

本文書では、大学共通教育・専門基礎教育の完了時点を基準に、どのような能力が要求されるかを検討する。その理由は、社会に出た後の情報活用、専門家との連携や相互補完、専門課程への接続という目標に近い側から検討することが、目標との関連を明確にしやすいためである。

検討の土台としては、専門課程としての情報学の内容・範囲を示す文書である「参照基準」、および、学士課程に共通する知識・理解・スキル・態度・志向性を示した文書である「学士課程教育の構築に向けて(答申)[3]」(以下「学士力」と記す)を用いた。このほか、初等中等教育・幼児教育の各学校段階については文部科学省が公開している学習指導要領ならびにその解説を参照した。高等学校「情報」学習指導要領解説は [4] にある。またその考え方については [5] を参考にした。各国の情報教育との比較やわが国の情報教育体系の検討については [6]、[7] を参考とした。

「学士力」は学士課程共通の学習成果に関する参考指針として次の4分類を挙げている。

- I 知識・理解 — 特定学問分野における基本的な知識の体系的理解、およびその体系の意味と自己の存在を歴史・社会・自然と関連づけて理解すること。
- II ジェネリックスキル(汎用的技能) — 知的活動でも職業生活や社会生活でも必要な技能。コミュニケーションスキル、数量的スキル、情報リテラシー、論理的思考力、問題解決力。
- III 態度・志向性 — 自己管理能力、チームワーク・リーダーシップ、倫理観、市民としての社会的責任、生涯学習力。
- IV 総合的な学習経験と創造的思考力 — 獲得した知識・技能・態度等を総合的に活用し、自らが立てた課題を解決する能力。

これらを本文書の目的に照らして活用しようとした場合、(1)「知識・理解」については(当然ながら)情報学に関する具体的な記載がないことと、(2) 専門教育までを含んだ学士取得時の水準について言及するものであり、本文書が対象とする大学共通教育・専門基礎教育までと範囲が異なるという、2つの点に対応する必要がある。

今回は、(1)については、「参照規準」からすべての大学生が学ぶべきだと考えるものを取り入れた。(2)については、やはり「参照規準」をもとに、学士として社会に出た段階で必要とされる水準までを、普遍的事項として共通教育に含める形で対応した。

「参照基準」では情報学に固有の知識を5分野に分類し、また情報学を学ぶことで獲得されるジェネリックスキルを6分野に分類している。「参照基準」との対応づけを明確にするため、本文書ではこれら11分野に分類名称を付して各内容との関連を明示した。分類名称の割り当てについては、付録Bを参照されたい。

なお、「学士力」ではジェネリックスキルをIIと狭く定めているが、それとは分けて記されているIII、IVについても「参照基準」ではジェネリックスキルとしていることに注意されたい。本文書は「参照基準」と連携する文書であることに鑑み、こちらの用法に従うこととした。

内容・水準の列挙に際しては、それぞれの専門課程の中で学ぶことが相当と考える部分まで含めて列挙してある。これはその方が水準としての「区切り」がよく、上記(1)、(2)の統一的な目標水準を設定しやすいからである。この目標水準は「どの分野でも等しく達成すべき」ものであり、加えてそれぞれの専門課程ごとにその必要に合わせて、この水準を超えて深く学ぶことになる。

この目標水準を設定した上で、大学については専門分野を複数のカテゴリに分け、それぞれのカテゴリごとに一般教育で学ぶ内容と専門課程の中で専門基礎教育として学ぶ内容を区分した。この区分のされかたがカテゴリごとに異なる理由は、一般教育に宛てられる時間数に限りがあることと、専門課程の中で学ぶ事項は一般教育で扱わなくて済む場合があるためである。このほかに、ゼミでの討論や文献の扱いなど、専門分野にかかわらず大学生であれば共通に学ぶことがらを普遍的事項として分類している(これまで含めたものが大学共通教育であると考え)。

高校については、内容・水準を、高等教育に進む生徒に求められるものと、全員に求められるものに区分した。これらはそれぞれ情報科における選択科目と必修科目の範囲に相当する。ただし内容・水準そのものは、上記のように「あるべき姿」に基づき定めたものであり、2018年告示指導要領における選択科目・必修科目の内容と一致させてはいない。

中学校・小学校については義務教育であることから区分は設けず、その学校段階で全員が身につけるべき内容・水準を記した。入学前教育については、全員が受けるわけではないので、小学校以降の体系とは分け、付録で望まれる内容について整理するにとどめた。

2.2 学習内容・学習水準・学習方法の整理の枠組み

次節では前節で整理した「学士力」「参照基準」の内容に基づき、初等中等教育、大学共通教育・専門基礎教育で扱うべき学習内容・学習水準を整理する。ただし前述の通り、大学の部分では学士レベルでの統一的な水準をまず定め、専門分野のカテゴリごとに共通教育で扱う部分と専門課程に委ねる部分の区分を示している。

学習内容については、情報学固有の知識・理解とジェネリックスキルを区別せず、近いものをグループ化してカテゴリとして整理する方針を取った。その理由は、初等中等段階では「コンピュータとは何かという知識・理解がなければ、コンピュータを使って情報を整理するという汎用スキルも獲得できない」などのように、両者の関連性が強いと考えた

ためである。個別の項目ごとに、対応すると考える「参照基準」の分類記号を付した。

学習水準については、それぞれのカテゴリについて、より具体的な内容を、おおむね「初歩的・初等中等の早い発達段階で扱えるもの」から「高度・高等教育で扱えるもの」の順に並べてL1、L2、…の記号を付した。ただし並列性や分岐がある場合でも連番を振っているため、必ずしも直線的な順序関係ではなく、またカテゴリ間での数字の大小は意味を持たない。

さらに、水準としてのL1、L2、…はルーブリックではないことにも注意されたい。つまり、L1がある学校段階(たとえば小学校)で扱えたとして、その学習内容を十分身につけた学習者がL2に到達できる、ということは一般には言えない(カリキュラムとして質的に内容が異なる)。ルーブリックを構成するとすれば、L1等の「中で」さらに学習の深さに応じたレベルを考える必要があるが、本文書は内容・範囲の枠組みを示すことが目的であり、また紙面の制約もあるため、学習の深さに応じたレベルは記載していない。

水準の各項目のうち、(小情)(小般)(小他)を付したものは小学校で全員が学ぶ水準、(中情)(中他)(中般)を付したものは中学校で全員が学ぶ水準、(高必)(高他)(高般)を付したものは高校で全員が学ぶ水準、(高選)を付したものは高等教育に進む生徒であれば全員が学ぶ水準を示している(各々の区分は下記)。

小学校・中学校には情報科がないため、これらの内容はさまざまな教科で扱うことになる。その中でもとくに小学校において情報教育として学ぶものは(小情)、中学校で技術・家庭科の技術分野の情報の部分として学ぶものは(中情)を付した。そして、前記以外の科目の中で学ぶものは(小他)(中他)、特定の科目内ではなく、小学校・中学校で教育全体として学ぶものは(小般)(中般)を付した。(小情)(中情)の部分は小学校、中学校に情報科が設置された場合はその内容となることが想定される。

高校においては、情報科で学ぶものは(高必)(高選)を付した。これらはそれぞれ、情報科の必修科目、選択科目で学ぶことを想定する。そして、情報科以外の科目で学ぶものは(高他)、高校教育全体として学ぶものは(高般)を付した。

高等教育については、次のように分類し記号を付した。

- (大情) — 大学一般教育(おもに1年次)の中で、主として情報科目として学ぶことが想定される内容。
- (大他) — 大学一般教育(おもに1年次)の中で、主として情報の科目以外の科目として学ぶことが想定される内容。
- (大普) — 普遍的事項。この内容は、学士取得までに卒業研究やゼミなどを通じて身につけていくことを想定している。この内容も、どの専門でも共通であるが、ただし具体的な文脈(取り扱うテーマや細かいスタイルなど)は分野ごとに異なる。
- [専攻グループ名] — 専門基礎教育や専門教育において、各専攻分野ごとの題材で学ぶ内容。これは、専攻分野ごとに題材や扱い方が違うことを想定する。本文書では専攻分野を5つのグループに大別して整理している(下記参照)。

表 1: 情報教育の参照基準における分野の分類

分野ならびに付した記号
A. 情報およびコンピュータの原理
B. 情報の整理と創造
C. モデル化とシミュレーション・最適化
D. データとその扱い
E. 計算モデル的思考
F. プログラムの活用と構築
G. コミュニケーションとメディアおよび協調作業
H. 情報社会・メディアと倫理・法・制度
I. 論理性と客観性
J. システム的思考
K. 問題解決

高等教育の専門基礎教育以降では、分野に応じて扱う内容が大幅に異なることから、おおまかに5つの専攻グループを設定し、グループごとに扱う内容を検討した。5つのグループは、萩谷ら [8] が情報学の参照基準と各専門課程の関連について分類整理した表をもとに、類似性のある分野に基づいて、次のように定めた。

- [哲法] — 哲学、法学、政治学等
- [言心] — 言語学・地理学・心理学等
- [生農] — 生物学・農学・医学等
- [社経] — 社会学・経済学・経営学等
- [理工] — 理学・工学等

内容によっては、あるグループにはその内容が含まれないものもあるが、その場合はそのグループの所属学生がその内容を含んでいる他グループの科目を取ることで対応する。これには、大学の都合により、自学部にそのような科目がある場合も (A 学部で内容的に B 学部の科目を開講することは普通である)、他学部の科目を履修する場合もあり得る。

学習方法については、詳細を示すことは分量から見て難しいため、大まかな方針を提案している。高校までについては、カテゴリごとの分類・レベル分けの後にまとめて (カテゴリ単位で) 示し、学校段階ごとに区分して整理した。これは学習方法の場合、分類やレベルによる違いよりも、発達段階等による違いが大きいことが多いため、それらをカテゴリ内でまとめて述べる方が扱いやすいためである。大学については専門分野ごとに異なるが、分量の制約から本文書では簡潔に概要を示し、付録において専門分野ごとの詳細な補足を記した。

3 学習内容・学習水準・学習方法

本文書では、情報教育で取り扱うべき内容を表1のように11カテゴリに分けた(参照のため英字の記号を付した)。以下ではカテゴリ単位でそこに含まれる個別の内容(A1、A2…のように番号を付した)、およびその中のレベル分け(L1~L4)を説明した後、そのカテゴリの各内容を各学校段階でどのように扱うことが想定されるかを記していく。

A. 情報およびコンピュータの原理

- A1.** 情報が持つ特性やその表現方法に関する知識・理解。(知識:情報一般)、(知識:機械情報)
- L1: 情報(知らせ)とは何かということ。(小情)
 - L2: 情報を外部化(書き記すなど)により記録・表現できるということ。(小情)
 - L3: デジタル/アナログ、二進表現、多様な情報の表現方法。(高必)
 - L4: 個体や組織とそれらにとって情報のやりとりが持つ意味。(大情)
- A2.** コンピュータや情報技術の基本原理とできることに関する知識・理解。(知識:機械情報)、(知識:情報処理)
- L1: コンピュータが「自動的に情報を処理する装置」であること。(小情)
 - L2: コンピュータとプログラム(基本ソフト、応用ソフト)を含むデジタル情報の関係。(高必)
 - L3: 情報量・エントロピー、コンピュータの万能性(万能チューリングマシンとの等価性)。(大情)
 - L4: 機械学習などによる判断能力の獲得やシンギュラリティなど。(大情)
- A3.** コンピュータネットワークやその上の情報の流れとコミュニケーションの特性に関する知識・理解。(知識:機械情報)、(知識:人間社会)
- L1: コンピュータネットワークの存在やその働き。(小情)
 - L2: コンピュータネットワークを通じたコミュニケーションの存在や特性。(小情)
 - L3: コンピュータネットワークの構造・パケット・プロトコル等の基本原理。(高必)
 - L4: コンピュータネットワーク上のコミュニティやそのあり方の理解。(大情)
- A4.** コンピュータやネットワークにまつわるセキュリティの概念やそのための技術に関する知識・理解。(知識:機械情報)、(知識:人間社会)、(知識:システム)
- L1: コンピュータやネットワークにまつわる「安全」の意識と基本知識。(小情)
 - L2: マルウェア、不正アクセス等のセキュリティの基本的な知識・理解。(小情)
 - L3: 情報セキュリティの考え方・原理と暗号などのセキュリティ技術の理解。(高必)
 - L4: 情報社会での情報技術関連のリスク要因・リスク評価の知識・理解。[哲法][社経]
- A5.** コンピュータやそこで動くプログラムの記述を通じて情報を取り扱ったり機器を制御する技能。(汎用:論理)、(汎用:問題解決)

L1: 情報端末を通じて情報を取得したりリモコンで機器を制御できること。(小情)
L2: アプリケーションや自作ソフトで実際に情報を取り扱い加工する技能。(中情)
L3: センサーによる環境情報の自動計測や調温・調光等の自動制御の原理。(中情)
L4: フィードバック制御プログラムの作成、AI技術が人間の補助・代行を行う原理。
[理工]

小学校 A1L1、A1L2については、国語で読み書き(とくに書き)を学ぶ中で体験的に理解させるのがよいと考える。

A2L1については、プログラミングの導入時に扱うのがよく、総合的な学習の時間においてプログラミングの回の最初に座学で取り上げることが考えられる。

A3L1、A3L2、A5L1については、生活科(中学年以上に置く場合は理科や社会科)に含め、コミュニケーションの体験、リモコンで制御する体験など、体験を中心に行なうことが考えられる。ただし、体験だけにとどまらず、それがどういう意味を持っているのかを考えさせることも含めたい。

A4L1、A4L2は安全教育であり、道徳や総合学習で扱うのがよいと考える。基礎的な知識の説明は必要であり、そこは座学でもよいが、座学だけでは身につかないので、話し合い、ロールプレイ、実話を体験者に話してもらうなどの形で実感を持たせるべきである。

中学校 A5L2は技術の中で扱う内容であり、ソフトや自作のプログラムを通じて有用な情報の取り扱いを行う内容となる。A5L3も技術の中で扱う内容であり、制御機器を組み立てて動かすなどの形が考えられる。それほど難しくないプログラムによる制御も可能であるので、できればプログラムを用いた制御も併せて体験できることが望ましい。

高校 A1L3、A2L2、A3L3、A4L3はいずれも現時点で情報科の中で取り扱われている内容である。その形態は座学が多いが、座学だけでは定着しにくいので、アンプラグド[9]的な実習を取り入れることでそれぞれの事項の本質に触れる方法などを併用することが望まれる。

大学一般 A1L4、A2L3、A2L4については、一般教育の中で講義的に取り上げ知識を持たせることが考えられる。とくにA2L3の万能性については、チューリングマシンはじめ計算の理論は専門的な内容であるので扱わないとしても、今日のコンピュータや量子コンピュータなどすべての「デジタル情報を扱う計算装置」は、計算速度は違っても、計算できることがらの範囲についてはすべて等価である、そのことはコンピュータが「ソフトを取り換えることで多様な処理が行える」という形で現れている、ということを理解させることが考えられる。A3L4については、実習などの形で実際にコミュニティを体験させる中で学ぶことを想定する。

大学専門 A4L4については、[哲法]では法学的・政治学的な立場からおもに定性的にこのテーマを扱うことが考えられる。[社経]では社会への影響や経済的損失など定量的にこのテーマを扱うことが考えられる。

A5L4については、工学的な扱いで実際にこれらの内容を実習したり、それに基づいた講義により理解させることが考えられる。

B. 情報の整理と創造

B1. 情報の記録や整理の方法が人間の情報に対する理解度、処理効率、アウトプットの品質に影響することに関する知識・理解。(知識:人間社会)、(汎用:主体性)

L1: 情報の多様な整理方法(ランダム・線形・階層等)とその得失の理解。(小情)

L2: 自分や他人の判断がそれまでに得た情報に基づくことへの理解。(中情)

L3: KJ法・マインドマップ等の情報整理・発想法を理解し活用できること。(高必)

L4: 人の認知特性を理解し、自己・他者の情報整理法を設計・評価できる。(大他)

B2 文書などの情報を読み取り信頼性を判断したり論理構造や論理の欠陥を把握する技能。(汎用:論理)、(汎用:コミュ)

L1: 情報の内容に含まれていること・いないことを判別できる。(小他)

L2: 情報の内容に関する理由の有無や(有なら)その箇所を指摘できる。(中般)

L3: 情報の信頼性・信憑性や内容の矛盾等を判断できる。(高般)

L4: 情報の記述内容の道筋に欠陥があればその内容を指摘できる。(大他)

B3. 明確で論理的な構造・記述を持つ文書を作成する技能。(汎用:論理)、(汎用:コミュ)

L1: 見聞したり提示された事実についてその要点を含む文章を作成できる。(小他)

L2: 文章の文どうし、節どうしの中に適切な順接・逆接の語を挿入できる。(中般)

L3: 情報の提示において内容に加え理由提示などにより信頼性を担保できる。(高般)

L4: 三段論法など複数の段階を要する論述を過不足なく記述できる。(大普)

B4. 受け手に分かりやすい表現、情報デザインに配慮した内容を構築する技能。(知識:人間社会)、(汎用:コミュ)

L1: 伝えたい事柄が伝わるプレゼンテーションを準備し実施できる。(中情)

L2: 事柄を的確に伝える配置・配色のグラフ・図・ポスターを創出できる。(高必)

L3: 事柄を的確に伝える構造・メディア選択のコンテンツを創出できる。(高選)

L4: 好ましいユーザ体験をもたらす機能やインタフェースを設計できる。(大情)

B5. 適切な情報手段を用いて情報を整理/保管/検索/分析/構築する技能。(汎用:創造性)、(汎用:論理)

L1: 見聞した事項(複数)の記録・メモを保存し必要な時取り出せる。(中情)

L2: 自分の多数の記録・メモから特定の関心事に関連するものを取り出せる。(高必)

L3: 記録・メモの集まりから直接記されていない事実・仮説に気付ける。(大普)

L4: 記録・メモを起点として他人が納得するような論述を構築できる。(大普)

小学校 B2L1、B3L1 は国語の内容と重なっており、読み書きを学ぶ中で身に付けることが自然である。B1L1 はその中において、折に触れて取り上げ、意識させることが考えられる。

B1L1 は情報を扱い整理する機会において、ばらばらに配置したり分かりやすく並べたりする活動の中で気付かせることが考えられる。

中学校 B1L2 については、メタ認知の課題となるが、国語などの中で扱うことが考えられる。

B2L2、B3L2 については、国語で文章の読み書きを行う中で学ぶことが自然である。

B1L2、B5L1 については、きっかけとしては国語の中で座学でその方法を学んだ上で、社会や理科などの学外実習において実際にこれらのことを実践する中で身につけることが望ましい。

B4L1 については、技術・家庭の中の情報とコンピュータにおけるプレゼンテーションや、その他の教科・課外の活動におけるプレゼンテーションにおいて、自分の伝えたいことを分かりやすく伝える活動として身に就けることが考えられる。

高校 B1L3、B5L2 は情報科の「問題解決」を取り上げる中で、情報を整理したり、それらをもとにアイデアを出す活動を通じて身に付けることが考えられる。

B2L3、B3L3 は一義的には国語で扱うべきだが、それを情報科を含めた他の科目で継続的に実践し評価することが望まれる。

B4L2 については、情報デザインに関わる内容として、グラフや図などでの的確に情報を表現したり、ポスターなどで要素の配置や色の使い方を学び実践することが考えられる。

B4L3 については、より広い情報デザインとして、Web コンテンツの製作などにおいて、情報アーキテクチャの考え方を学び、コンテンツの構成を設計したり、個々のページにおいて画像・動画など適切なメディアを使うとともに、サイト全体のデザインの統一性についても配慮しつつ製作することが考えられる。

大学一般 B1L4、B2L4 については、一般教育の科目内で情報を整理したり文献を正確に読み取ることを学ぶ科目の中で取り上げることが想定される。

B4L4 については、Web や Web プログラミングなどを扱う科目の中で、ユーザインタフェース、ユーザエクスペリエンスなどの考え方に触れ、インタフェースを工夫する経験を持たせることが考えられる。

普遍的事項 B3L4、B5L3、B5L4 については、ゼミや卒業研究などにおけるアカデミックな文書作成を通じて学ぶことを想定する。

C. モデル化とシミュレーション・最適化

- C1.** モデルとは何かということや、汎用性のある代表的なモデルおよびモデル化手法に対する知識・理解。(知識:情報一般)、(知識:機械情報)
- L1: プラモデル・地図・路線図などがモデルであると理解している。(中情)
 - L2: 数量的なモデル・離散的なモデルなどの例を理解している。(高必)
 - L3: 現象や事象をもとにモデルを組み立てる方法を理解している。(高必)
 - L4: モデル化時の選択で再現性やその精度が違うことを理解している。(大他)
- C2.** 状態遷移やデータの流れなどの情報学と関連の深いモデル化手法を活用する技能。(知識:情報一般)、(知識:機械情報)
- L1: 状態遷移図やデータフロー図などのモデル図を読むことができる。(高選)
 - L2: 与えられた/見聞した事象に対するモデル図を描くことができる。(高選)
 - L3: モデル図を参照して(そのモデル図に適した)問題解決が行なえる。(大他)
 - L4: 事象や問題に対して適切なモデルを選んで問題解決が行なえる。[言心][生農][社経][理工]
- C3.** モデルに基づくシミュレーションを用いて問題解決を行なう技能。(知識:機械情報)、(知識:システム)、(汎用:創造性)
- L1: 間取り図や地図などのモデル上でコマ等を動かして問題を解くことができる。(中情)
 - L2: サイコロや乱数を用いたシミュレーションで問題を解くことができる。(高必)
 - L3: 連続モデルや離散モデルを動かして一見明らかでない現象を説明できる。(高必)
 - L4: モデル化とシミュレーションによる問題解決と解の評価ができる。[言心][生農][社経][理工]
- C4.** モデルに評価関数を組み合わせて最適化問題としての定式化や求解が行なえる技能。(知識:機械情報)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)
- L1: モデルの上で目的(評価)関数を意識でき試行錯誤による最適化が行なえる。(中情)
 - L2: モデルの上で系統的に選択肢を列挙したり評価値を改良して最適化が行なえる。(高選)
 - L3: 問題状況を最適化が行えるような評価関数とともにモデル化できる。[生農][社経][理工]
 - L4: 問題状況を最適化問題として定式化し解を求めることができる。[生農][社経][理工]

中学校 C1L1、C3L1 は、数学、理科、社会などで具体的な問題を扱う際、機会をとらえてモデル・モデル化・シミュレーションなどの考えを紹介し、問題の解決に役立てるようにするのがよいと考える。C4L1 はモデル化の用途の例として取り上げ考え方が分かるようにするのがよいと考える。

高校 C2L2、C2L3、C3L2、C3L3 は、情報科の必修科目の内容として、座学や実習を通じて取り扱うとともに、実際に問題解決をおこなう課題の一環としてこれらの内容を採り入れることが望ましい。

C1L2、C1L3 については、情報科の選択科目中で情報システムを取り扱うところで、情報システムの理解のためにモデル図を描いてみる、自分たちで情報システムを考案する中でツールとしてモデル図を用いるなどの形で取り入れるのがよいと考える。C4L2 は同科目のデータサイエンスの中で最適化問題としての定式化を行ないできる範囲で解いてみる形で取り入れるのがよいと考える。

大学一般 C1L4、C2L3 については、一般教育の中にそれぞれの専攻分野に合った形でモデルを扱い、実習で問題解決を体験する科目として含めることが想定される。

大学専門 C2L4、C3L4 については、[言心] では言語・地理・人間の心理に係わるモデル、[生農] では生物学的モデル、[社経] では社会モデル、[理工] では理工系の各分野のモデルを実際に扱い体験することを想定する。

C4L3、C4L4 では C3L4 で扱ったモデルについて最適化を体験し、また実習も含めて最適化問題やそのための評価(目的)関数の構築と求解を学ぶことを想定する。

D. データとその扱い

D1. データの保管や基本的な取り扱いに関する知識・理解。(知識:情報一般)、(知識:情報処理)、(知識:人間社会)

L1: USB メモリなどの媒体にデータが保管できることが分かる。(小情)

L2: テキスト/画像/音の表現、ファイルやデータベースの基本的な概念が分かる。(高必)

L3: 圧縮/伸長、分散化/重複化、暗号化などデータの伝送/保管のための技術が分かる。(高必)

L4: データベース、アーカイブ、オープンデータ、匿名化等の必要性や意義が分かる。(大情)

D2. データの構造や構造に基づく取り扱いに関する知識・理解。(知識:機械情報)、(知識:情報処理)

L1: 組や並びなどの基本的なデータ構造とその使用方法が分かる。(高必)

L2: データ構造とアルゴリズムの組合せによるデータの取り扱いが分かる。(高選)

L3: スキーマによるデータの構造化や集合演算による操作が分かる。(高選)

L4: 分散化や大量データの扱いなどデータサイエンスの基本技術が分かる。(大情)

D3. データの統計的・人工知能技術による扱いの知識・理解。(知識:情報一般)、(知識:機械情報)

L1: 平均・分散・中央値・四分位数など基本的な統計量が分かる。(高必)

L2: ヒストグラムや散布図などの視覚化とそれに基づく検討が分かる。(高必)

L3: データマイニングの考え方や基本的な手順が分かる。(高選)

L4: 機械学習など人工知能技術により何が可能になるかが分かる。(大情)

D4. 定性的/定量的なデータを取り扱い信頼性を担保したり 意思決定・問題解決に活かす技能。(汎用:創造性)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)

L1: データに対する信頼性・プライバシー等の留意点や定性・定量的分析の意味が分かる。(高必)

L2: 問題に対する定性・定量的なデータの収集や視覚化・分析が行なえる。(高選)

L3: 定性的・定量的データに基づく意思決定や問題解決の手法が分かる。(大他)

L4: 定性的・定量的データに基づく意思決定や問題解決ができる。[哲法][言心][生農][社経][理工]

小学校 D1L1 については、情報機器を扱う時間に、情報機器が扱う情報は媒体に保管できることや、情報が価値を持ったり他人に見られたくないものであったりすることがあることを意識させる。

高校 D1L2、D1L3、D2L1 については、情報科の必修科目の中で座学の形で学んだ上、実習などで実際にデータを取り扱いながら身につけることが望まれる。

D3L1、D3L2 については、理論的なことからは数学で学び、実際に多くのデータに対して適用して様子を見ることは情報科の必修科目の中で行うことが考えられる。

D2L2、D2L3 については、高校の選択科目において情報システムの内容の一環として座学で学び、さらにその一部を実習により確認することが適切とである。

D3L3 については、高校の選択科目においてデータサイエンスの内容の中核部分として座学と実習の双方を組み合わせて学ぶことが考えられる。

D4L1 については、問題解決の内容に含めて、定性、定量の違いやそれらがどのように問題解決に資するかという側面から学ぶことが考えられる。

D4L2、D4L3 については、情報科の選択科目の中でより高度な問題解決に取り組む際、これらのことを学んだ上で問題解決に活用する形が考えられる。

大学一般 D1L4、D2L4、D3L4 については、これらの一般的な意義、必要性、可能性などを一般教育の中で扱うことが考えられる。

D3L4 については、大学の一般教育または専門教育の中で、重要なテーマとして取り上げ、現状や技術動向を調査・分析・検討するなどの形で具体的に扱うことが望ましい。

D4L3 については、一般教育の中でそれぞれの専攻分野に即した形で定性的データや定量的データに基づく事実の発見や裏付けについて取り上げたり、データに基づ

く意思決定やその支援のためのツールについて扱う科目として含めることが考えられる。

大学専門 D4L4については、それぞれの専門分野の演習科目や研究の中で実際に実践する中で学ぶべきことがらである。

E. 計算モデル的思考

E1. 代表的な計算モデルの本質や特徴、コンピュータとの関わりに関する知識・理解。(知識:情報一般)、(知識:機械情報)

L1: ステップで記述・数式や述語で記述などの計算記述法を知っている。(高必)

L2: 特定の計算記述とそのコンピュータ上での実行の対応づけを知っている。(高必)

L3: 異なる計算モデルの対応や行き来する方法を知っている。(大情)

L4: チューリング完全や計算可能性など計算理論の成果を知っている。[理工]

E2. タスクの相互関係を把握したり(必要なら並行性を含む)段取りを組み立て実施する技能。(汎用:創造性)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)

L1: 特定のタスクについてその範囲内と範囲外を区分できる。(高必)

L2: 特定のタスクを複数のタスクに分解して示すことができる。(高必)

L3: タスク群の構造を把握しクリティカルパスを考えて実行計画を立てられる。(高選)

L4: スケジューリング・並行計算等の知見を問題に適用できる。[生農][社経][理工]

E3. アルゴリズム的な考え方を取り扱い、問題に対するアルゴリズムを構築する技能。(知識:機械情報)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)

L1: 具体的な動作例からその動作を一般化したアルゴリズムを記述できる。(高必)

L2: 読解したプログラムコードからそのアルゴリズムを抽出・記述できる。(高必)

L3: 未知の問題に対してそれを解くアルゴリズムを検討・考案できる。(高必)

L4: 計算量を考慮しつつ必要なアルゴリズムを考案/改良できる。(大情)

高校 E1L1、E1L2、E3L1、E3L2については、情報科の必修科目の中で、アルゴリズムとプログラムに関する内容の中核部分として座学と演習を組み合わせることで学ぶことが考えられる。

E2L1、E2L2、E3L3については、情報科の必修科目の中で、基本的な問題解決の内容と関連させて取り扱い、問題の分析や解法の検討のために実際に使ってみることが考えられる。

E2L3については、情報科の選択科目の中で、情報システムの的な問題解決と組み合わせることで学ぶことが考えられる。

大学一般 E1L3については、一般教育の中でアルゴリズム・プログラミングを扱う科目において、トピック的に取り上げることが考えられる。

E3L4については、上記科目において演習として取り組むことが考えられる。

大学専門 E1L4については、[理工]の専門科目あるいは専門基礎科目として扱う内容であるが、他の専門分野の学生もこれらの科目を受講することが望まれる。

E2L4については、[生農]では生命系、[社経]では社会系、[理工]では理工系の各分野を題材としたタスクの並行性をそれぞれ扱う科目があるべきである。

F. プログラムの活用と構築

F1. プログラムとは何かを理解した上で、プログラムを自分や社会の問題解決に役立てられる技能。(知識:情報処理)、(汎用:問題解決)、(知識:システム)

L1: 対象物がプログラムで動いていることが認識できそのことを説明できる。(小情)

L2: プログラムで動く対象物を認識しソフトを入れ換えたり動作を調節できる。(中情)

L3: プログラムを組み合わせたたり構築・修正して意図した動作を実現できる。(高選)

L4: 特定問題に対しプログラムを活用した解法を構想し実現できる。[哲法][言心][生農][社経][理工]

F2. プログラミング言語が持つ機構を適切に活用して、意図する動作を実現できるプログラムを設計・構築できる技能。(知識:機械情報)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)

L1: タートルなどの直接的な動作を連ねる形でのプログラムが構築できる。(小情)

L2: 変数など動作を汎用的に扱える要素を持つプログラムが構築できる。(中情)

L3: 手続き等で複数の動作をまとめて抽象化したプログラムが構築できる。(高必)

L4: 抽象階層をもつプログラムを設計・構築できる。(大情)

F3. プログラムの設計・作成において計画性を持ち適切な管理を伴いながら作業を進められる技能。(知識:システム)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)

L1: プログラムのステップを模擬実行して確認しつつ作成・修正する技能。(中情)

L2: コードを少しずつ書き足して動作を確認しながら構築していく技能。(高必)

L3: プログラムの全体構造を捉えて適切に分解し単位ごとに構築する技能。(高選)

L4: チームで適切な管理とともにプログラムを構築する技能。[理工]

F4. 作成したソフトウェアのふるまいを検証し、必要なら手直しや改良を行なえる技能。(知識:機械情報)、(知識:システム)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)

L1: プログラムの動作と想定動作を照合し違いを認識した上で修正する技能。(中情)

L2: プログラムの不備を系統的に調べて誤り内容を特定・修正する技能。(高必)

L3: テストケースや要求仕様に基づきプログラムの不備を確認し修正する技能。(高選)

L4: コードやデータのチューニングによりソフトウェアの有用性を高める技能 [哲法][言心][生農][社経][理工]

小学校 F1L1、F2L1、については、小学校におけるプログラミングの内容として実習を中心に体験的に学び身に付けていくことが期待される。

中学校 F1L2、F2L2、F3L1、F4L1については、中学校における技術科の内容としてプログラムを学ぶ中で実習を中心に体験的に学び身に付けていくことが期待される。

高校 F2L3、F3L2、F4L2については、高校における情報科の必履修科目の中のプログラミングの内容として、実際にプログラムを書く中で身につけることが期待される。

F1L3、F3L3、F4L3については、高校における情報科の選択科目の中で、情報システムと問題解決のためのプログラミングを通じてその必要性を学び身に付けることが期待される。

大学一般 F2L4については、一般教育の中のプログラミングを扱う科目の中で、ある程度の長さのプログラムが書けるようになった段階で取り扱うことが望まれる。

大学専門 F1L4、F4L4については、それぞれの専門ごとにプログラムを扱う科目の中でその専門の問題解決を題材として扱うことが望まれる。

F3L4については、[理工]の専門基礎または専門科目で扱う内容であるが、他専攻の学生も受講することが望ましい。

G. コミュニケーションとメディアおよび協調作業

G1. コミュニケーションや情報デザイン等コミュニケーションに必要とされるものに関する知識・理解。(知識:情報一般)、(知識:機械情報)、(知識:人間社会)

L1: 自分と他者、他者相互の情報のやりとりがコミュニケーションであるとの理解。(小般)

L2: 望ましい/望ましくないコミュニケーションやコミュニケーション内容の信頼性について分かる。(小般)

L3: メディア・情報デザイン等のコミュニケーションの要因とそれらがもたらす影響の理解。(高必)

L4: コミュニケーションを記録し分析する手法の理解。[言心][社経]

G2. 多様なメディアの特性に対する理解とそれらのメディアを使いこなす技能。(知識:情報一般)、(知識:機械情報)、(汎用:創造性)

L1: 文字で表す/絵で表すなどの形でメディアを使い分けられる。(小情)

L2: マルチメディアやハイパーテキストのコンテンツを計画・デザインし作成できる。(高選)

L3: 文字・ゲーム・サウンド・動画など多様な情報伝達メディアを活用できる。(大情)

L4: マスメディア等多様な情報伝達メディアの社会的役割や影響の理解。[哲法][言心][社経]

- G3.** 協調作業やそのためのコミュニケーション/プレゼンテーションの技能。(汎用:コミュ)、
(汎用:チーム)
L1: 「一緒に～する」「分担して～する」をコミュニケーションできる。(小般)
L2: 共同作業のためのコミュニケーションに際して合意・確認が取れる。(中般)
L3: 共同作業の目的や進め方を集団の前でプレゼンテーションできる。(高必)
L4: 目的のために誰とコミュニケーションするか計画し実践できる。(大普)
- G4.** コミュニケーションにおいて相手の立場に立ち相手を尊重できる態度。(汎用:コミュ)、
(汎用:チーム)
L1: 「自分の望み」と「相手の望み」が一般には一致しないことを認識できる。(小般)
L2: 自分の伝えた内容が相手の立場からどう思えるか想像できる。(中般)
L3: 相手の発言内容が自分の望みと違う時にも相手の立場を理解できる。(高般)
L4: 相手を尊重しつつ合意点を探り、合意しないことも選択できる。(大普)
- G5.** グループ作業において協調したりリーダーシップを取ったりできる態度。(汎用:問題解決)、
(汎用:チーム)
L1: グループ活動と個人活動の違いを知り他のメンバーと協力できる。(小般)
L2: リーダシップの必要性を理解しリーダになれる/リーダを支えられる。(中般)
L3: グループの目的に向けて自己の活動を判断したり他者と調整できる。(高般)
L4: グループ活動の効果的な形を知り実現に向かって活動できる。(大普)

小学校 G1L1、G1L2については、まず国語科の基本的な内容として扱うが、それ以外の教科や総合的な学習の時間などでも必要のつど随時扱うことが考えられる。

G2L1については、国語の中で文字と絵の組み合わせなどの形で扱い、それ以外の教科や総合的な学習の時間などでも必要のつど随時扱うのがよい。

G3L1、G4L1、G5L1については、総合的な学習の時間をはじめとするグループ活動において必要のつど扱うことが考えられる。

中学校 G3L2、G4L2、G5L2については、技術科の中の情報とコンピュータにおいて扱うことが適している。

G3L3、G5L2については、情報科の一部で扱うこともあり得るが、総合的な学習の時間をはじめとするグループ活動において必要のつど扱うことが考えられる。

高校 G1L3、G3L3、G4L3、G5L3は情報科の必修科目の中でコミュニケーションとグループでの問題解決の内容に関連して扱うことが適している。

G2L2については、情報科の選択科目の中でWebページなどマルチメディアコンテンツの作成を行なう形で扱うことが適している。

大学一般 G2L3については、初年次の共通教育科目においてメディアの使いこなすという形で学ぶことが適している。

普遍的事項 G3L4、G4L4、G5L4については、ゼミ、研究活動、卒業研究などにおいて実践的に身につけることが期待される。

大学専門 G1L4については、[言心]では言語学・心理学的なコミュニケーションの分析、[社経]では社会的なコミュニケーションの分析を扱う専門基礎科目が考えられる。他分野の学生もこれらの科目のいずれかを受講することが望まれる。G2L4については、[哲法]では政治とメディアや社会とメディアの関係について扱う専門基礎科目、[言心]では言語とメディアや地域tのメディアのテーマを扱う専門基礎科目、[社経]では社会や経済全般とメディアの関係を扱う専門基礎科目が考えられる。

H. 情報社会・メディアと倫理・法・制度

- H1. 情報技術が持つ特性とそれに法・制度がどのように対応しているかの理解。(知識:機械情報)、(知識:人間社会)、(知識:システム)
L1: 情報技術が人間の身体性と隔たっていることを前提とした行動の必要性理解。(中情)
L2: 知的財産権・個人情報保護・プライバシー等情報に関わる制度とサイバー犯罪の理解。(高必)
L3: 情報技術による人間社会の可能性やリスクと法・制度のあり方の理解。(大情)
L4: 情報法、電子政府、システム監査と認証等の必要性や技術者倫理の理解。[哲法][社経][理工]
- H2. メディア情報や他人の言説中の意図を汲み取り、それを踏まえて情報を活用する技能。(汎用:論理)、(汎用:コミュ)
L1: 伝えられたことと伝達者の真意に不一致があり得ることを知っている。(中般)
L2: メディア情報は編集する人の意図で選別・編集されることを知っている。(高必)
L3: 情報操作・印象操作等を認識できそれを考慮して情報を受け取れる。(高必)
L4: 自身の情報伝達において意図を明確に示し行き違いを避けられる。(大普)
- H3. 情報倫理を理解しネット上でよき市民として行動する態度。(汎用:問題解決)、(汎用:コミュ)、(汎用:チーム)
L1: 黄金律・正直・約束・平等・人命尊重などの原則を守ることができる。(小般)
L2: 情報社会の法・規則・秩序を理解した上での倫理的判断が行なえる。(中般)
L3: ジレンマや社会における問題を認識した上で自分の考えを決められる。(高必)
L4: 社会とコミュニケーションの関係を考え自身の行為を判断できる。(大情)

小学校 H3L1については、道徳の中で扱うことが考えられる。

中学校 H1L1、H3L2については、技術科の中の情報とコンピュータにおいて扱うことが適している。H1L1ではネット依存などの問題にも触れる。H2L1については、国語の中で取り扱うことが望ましい。

高校 H1L2、H2L2、H2L3については、情報科の必修科目の中で情報倫理・メディアリテラシーの内容において中心的なものとして扱うべきである。それを自己の行動に具体的に投影する際にH3L3の内容を盛り込むことが必要である。

大学一般 H1L3、H3L4については、一般教育のいずれかの科目において取り扱うことが望まれる。H1L3は情報社会における変革についても扱いたい。

普遍的事項 H2L4については、ゼミや卒業研究などを通して総合的に身につけるべき事項である。

大学専門 H1L4については、[哲法]では法制度的扱い、[社経]では社会制度的扱い、[理工]では技術的扱いを中心としたこの内容の専門科目があることが必要である。

I. 論理性と客観性

I1. 論理的推論に基づいて結論を導いたり、実際の結果を説明できるような仮説を検討し構築する技能。(知識:情報一般)、(汎用:論理)、(汎用:問題解決)

L1: 共通性の発見や類推的などを用いて筋道を立てて判断や推論が行なえる。(小般)

L2: 帰納的、類推的、演繹的な推論について理解し、これらを実践できる。(中般)

L3: 一般的な事項の推論において前提や帰結を整理し論理の筋道を構築できる。(高必)

L4: 事項を最もよく説明する仮説を選択する推論(アブダクション)が実践できる。(高必)

I2. 人間が受け取る情報やその身体的活動が、思考過程やそれが導き出す判断に影響を及ぼすことに関する知識・理解。(知識:人間社会)、(知識:システム)、(汎用:論理)

L1: 人や自分の判断が必ずしも一貫していないことを認識している。(中般)

L2: 錯覚・錯視や「見たいものを見る」等人間の認知の特性を意識できる。(高必)

L3: 先入観・同調圧力・釣り橋原理等、人の判断に影響する事象を知っている。(大他)

L4: 人や自分の判断において影響した可能性のある要因を列挙・評価できる。(大普)

I3. 主観的な情報と客観的な情報を区分し、自分自身の考えを客観視できる態度。(汎用:論理)、(汎用:コミュ)

L1: 主観的と客観的の違いを知り、両者を区別して受け取れる。(小般)

L2: 主観的な意見や希望に対し、理由を聞くなど明確化して受け取れる。(中般)

L3: 客観的な事実に対し、その裏付けや正確さを調べて判断できる。(高般)

L4: 自分の考え(主観)に客観性を持たせることを意識し実行できる。(大普)

I4. ものごとを論理的に筋道立てて考え、客観的情報に基づき判断する態度。(汎用:論理)、(汎用:コミュ)、(汎用:チーム)

L1: ものごとの説明を裏付けや論理の飛躍の有無も考えて読み取れる。(高他)

L2: 重要な判断は好みでなく客観的な理由を意識して行なえる。(大他)

L3: 自分の判断の理由を筋道立てて説明できるかどうか確認できる。(大他)

L4: 判断に際して不足する情報を収集した上で論理的に判断できる。(大普)

小学校 I1L1については、算数の中で筋道を立てて判断する内容を学び練習することが考えられる。I3L1については、国語の中でこの内容について取り上げ文章の読み取りにおいて主観と客観を区分する練習を行うことが考えられる。

中学校 I1L2については、数学の中で帰納、類推、演繹を用いた推論や論理的な道筋を記述することを扱うことが考えられる。I2L1、I3L2については、国語の中で取り扱い、とくにI3L2については話し合いなどの活動全般においてその実践を意識させるようにすることが望ましい。

高校 I1L3、I1L4については、情報科の必修科目の中で一般的な事項に対する問題解決を取り扱う中で、前提や帰結の整理、推論の道筋の構築、仮説の検討や構築を扱うことが考えられる。I2L2、I2L3については、情報科の必修科目の中で人間の特性として含まれるようにし、実習時などにこれらについて配慮するようにさせることが望ましい。

I3L3、I4L1については、国語の内容として含まれるべきであるが、他の教科の活動においても全般に考慮するものとして扱うことが望ましい。

大学一般 I2L3、I4L2、I4L3については、一般教育の中で論理性・客観性について学び、訓練する科目として含めることが考えられる。

普遍的事項 I2L4、I3L4、I4L4については、ゼミや卒業研究などを通して総合的に身に付けるべき事項である。

J. システム的思考

J1. システムの具体例や社会における役割を考え、システムの構造を調べたり必要なシステムを構想したりする技能。(知識:人間社会)、(知識:システム)、(汎用:問題解決)

L1: 代表的なシステムの例やその役割を調べたり確認できる。(高必)

L2: システムの要素やそれが組み合わさり動く仕組みを理解し説明できる。(高選)

L3: システム内のものや情報の流れを正常以外の場合も含め追跡できる。(高選)

L4: 特定の問題に対し必要な要素を組み合わせたシステムを構想できる。[哲法][言心][生農][社経][理工]

- J2.** システムと人間のインタフェースのあり方やその評価方法、ユーザにとってのシステムの価値に関する知識・理解。(知識:システム)、(汎用:問題解決)
 L1: システムとユーザの接点を指摘でき、その善し悪しを検討できる。(中情)
 L2: ユーザインタフェースを評価する基準や手法について理解している。(高選)
 L3: システムが生み出す価値の列挙やそれを反映した評価基準の検討ができる。[哲法][言心][生農][社経][理工]
 L4: ユーザにとって望ましく価値を生み出すシステムを構想・提案できる。[哲法][言心][生農][社経][理工]
- J3.** システムを設計・構築・評価・運用するための標準的な手法や起こり得る問題と対処方法に関する知識・理解。(知識:システム)、(汎用:コミュ)、(汎用:問題解決)
 L1: システム開発が単なるプログラム作成と違う点について知っている。(高選)
 L2: システム開発で用いられるプロセスや標準的な図法について知っている。(高選)
 L3: システム開発で発生する様々な問題やそれに対処する考え方を知ってる。[理工]
 L4: 安定したプロセスを維持しつつシステムを構築することができる。[理工]

中学 J2L1については、2017指導要領から「双方向性のあるコンテンツ」を扱うようになることから、そのインタフェースや善し悪しという視点も含めて考えるようにさせることが考えられる。

高校 J1L1については、情報科の必修科目の中で、情報社会の内容の一環として取り扱い、実習を併用して身に付けることが望ましい。

J1L2、J1L3、J2L2、J3L1、J3L2については、情報科の選択科目の中で情報システムに関する主要な内容として実習も併用して学ぶようにすべきである。J2L2については、アクセシビリティ、ユニバーサルデザインなどの汎用的な基準も含めて扱う必要がある。

大学専門 J1L4、J2L3、J2L4については、それぞれの専門分野に係わるシステムについて取り扱う科目が専門ごとに置かれるべきである。

J3L3、J3L4については、システムの構築に関する内容であり[理工]の専門科目となるが、他分野の学生も受講できることが望まれる。

K. 問題解決

- K1.** 問題を発見/記述/分析したり、問題解決に向けた作業を行う技能。(汎用:問題解決)
 L1: 与えられた状況の中から問題を発見・指摘・記述できる。(高必)
 L2: 問題とそれに影響する事項の関連を定式化したり分析できる。(高必)
 L3: KJ法など問題解決に向けた発散的手法を実践したり結果をまとめられる。(高必)
 L4: 問題に対する解を系統的に作り出し実践したり結果を評価できる。(大普)

- K2.** 問題解決プロセスを段階を踏んで実行でき、必要に応じてブラッシュアップ・反復実行・改良が行える技能。(汎用:問題解決)、(汎用:主体性)
- L1: 問題解決プロセスを理解し、段階を踏んで実行できる。(高必)
- L2: 問題解決の結果を評価し、必要なら反復改善を行える。(高必)
- L3: 問題解決プロセス自体を記録・評価し、課題認識や改善が行える。(大情)
- L4: 問題に合った問題解決プロセスを選択・構築でき実践できる。(大普)
- K3.** 自分や他人が持つ問題を客観的に捉えたり、その解決に向けて主体的に調べ・学ぶ態度。(汎用:チーム)、(汎用:主体性)
- L1: 自分や他者が持つ問題について冷静・客観的に捉えて記述できる。(高必)
- L2: 問題において重要な要素について実際に裏付けを取ったり確認できる。(大普)
- L3: 「誰にとっての問題か」「解決が必要な問題か」などメタな検討ができる。(大普)
- L4: 問題が単純に解決できない時にそれに対処する方法を考えて実践できる。(大普)
- K4.** 情報に関わる知識・技能・態度を活用し、自らの問題解決を行う能力。(汎用:問題解決)、(汎用:主体性)
- L1: 自分の問題に対し記述/説明/分析/解の検討などが行なえる。(高必)
- L2: 自分の複数の問題の相互関係や優先度などメタな検討が行なえる。(大普)
- L3: 社会や周囲の状況と自分の問題の関係を把握した上で検討できる。(大普)
- L4: 自分および周囲にとって好ましい問題解決を判断・選択し実践できる。(大普)

高校 K1L1、K1L2、K1L3、K2L1、K2L2、K3L1、K4L1については、いずれも情報科の必修科目の中で問題解決の一環として実践を通じて扱うことが考えられる。

大学一般 K2L3については、大学初年次教育などの一環としてプロセスを意識したプロジェクト等の形で実践体験を持たせることが考えられる。

普遍的事項 K1L4、K2L4、K3L2、K3L3、K3L4、K4L2、K4L3、K4L4については、いずれも研究活動や卒業論文などの一環として総合的に身に付けるべき内容である。

4 まとめ

本文書では情報教育の内容・範囲として初等中等教育から大学共通教育・専門基礎教育までの範囲で何を学ぶべきかについて、情報学の範囲を11のカテゴリに分類した上で検討・整理しまとめた。その際、高等教育における扱いについては、大学の専攻分野を5カテゴリに整理した上で検討している。付録として、各内容の学校段階間の分担をまとめた表と各学校段階ごとの切口で補足説明を行ったものを付したので、参照されたい。

情報教育は新しい教育分野であり、その各内容をどの学校段階でどの程度扱うかについて初等中等教育段階から高等教育段階まで通して体系的に検討したものはこれまでなかった。本文書が各学校段階における教育課程・カリキュラムの設計における指針として役立つことを期待する。

参考文献

- [1] 日本学術会議, 大学の分野別質保証のための教育課程編成上の参照規準 情報学分野, 2016.3.
- [2] 山崎謙介, メタサイエンスとしての情報学とその教育, 情報処理, vol. 56, no. 10, pp. 1008-1011, 2015.
- [3] 中央教育審議会, 学士課程教育の構築に向けて (答申), 2008.12.
- [4] 文部科学省, 高等学校学習指導要領解説 情報編, 2018. 7.
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/07/13/1407073_11.pdf
- [5] 鹿野利春, 学習指導要領の改訂と共通教科情報科, 情報処理, vol. 58, no. 7, pp. 626-629, 2017.6.
- [6] Yasushi Kuno, Ben Tsutom Wada, Yasuichi Nakayama, Takeo Tatsumi, Eriko Uematsu, K12 IT Education in Japan: Current Status and Future Directions, The 23rd IFIP World Computer Congress, IT Education Forum (K-12), pp. 37-44, 2015.10.
- [7] 久野 靖, 和田 勉, 中山泰一, 辰己丈夫, 上松恵理子, わが国の初等中等情報教育: 現状と将来に向けた目標体系の提案, 日本ソフトウェア科学会第 32 回大会論文集, rePiT2-1, 2015.9.
- [8] 萩谷ほか, 大学の各専門分野と情報学の参照基準の関連性 (私的文書), 2017.
- [9] Tim Bell, Ian H. Witten, Mike Fellows, Matt Powell 著, 兼宗進ほか訳, 久野 靖 追補, コンピュータを使わない情報教育アンプラグド コンピュータサイエンス, イーテキスト研究所, 2007.

表 2: 各分野ごとの内容配分のまとめ (★:その分野固有の扱い)

区分	[哲法] — 哲学・ 法学・政治学等				[言心] — 言語学・ 地理学・心理学等				[生農] — 生物学・ 農学・医学等				[社経] — 社会学・ 経済学・経営学等				[理工] — 理学・ 工学			
	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4	L1	L2	L3	L4
A1	小情	小情	高必	大情	小情	小情	高必	大情	小情	小情	高必	大情	小情	小情	高必	大情	小情	小情	高必	大情
A2	小情	高必	大情	大情	小情	高必	大情	大情	小情	高必	大情	大情	小情	高必	大情	大情	小情	高必	大情	大情
A3	小情	小情	高必	大情	小情	小情	高必	大情	小情	小情	高必	大情	小情	小情	高必	大情	小情	小情	高必	大情
A4	小情	小情	高必	★	小情	小情	高必		小情	小情	高必		小情	小情	高必	★	小情	小情	高必	
A5	小情	中情	中情		小情	中情	中情		小情	中情	中情		小情	中情	中情		小情	中情	中情	★
B1	小情	中情	高必	大他	小情	中情	高必	大他	小情	中情	高必	大他	小情	中情	高必	大他	小情	中情	高必	大他
B2	小他	中般	高般	大他	小他	中般	高般	大他	小他	中般	高般	大他	小他	中般	高般	大他	小他	中般	高般	大他
B3	小他	中般	高般	大普	小他	中般	高般	大普	小他	中般	高般	大普	小他	中般	高般	大普	小他	中般	高般	大普
B4	中情	高必	高選	大情	中情	高必	高選	大情	中情	高必	高選	大情	中情	高必	高選	大情	中情	高必	高選	大情
B5	中情	高必	大普	大普	中情	高必	大普	大普	中情	高必	大普	大普	中情	高必	大普	大普	中情	高必	大普	大普
C1	中情	高必	高必	大他	中情	高必	高必	大他	中情	高必	高必	大他	中情	高必	高必	大他	中情	高必	高必	大他
C2	高選	高選	大他		高選	高選	大他	★	高選	高選	大他	★	高選	高選	大他	★	高選	高選	大他	★
C3	中情	高必	高必		中情	高必	高必	★	中情	高必	高必	★	中情	高必	高必	★	中情	高必	高必	★
C4	中情	高選			中情	高選			中情	高選	★	★	中情	高選	★	★	中情	高選	★	★
D1	小情	高必	高必	大情	小情	高必	高必	大情	小情	高必	高必	大情	小情	高必	高必	大情	小情	高必	高必	大情
D2	高必	高選	高選	大情	高必	高選	高選	大情	高必	高選	高選	大情	高必	高選	高選	大情	高必	高選	高選	大情
D3	高必	高必	高選	大情	高必	高必	高選	大情	高必	高必	高選	大情	高必	高必	高選	大情	高必	高必	高選	大情
D4	高必	高選	大他	★	高必	高選	大他	★	高必	高選	大他	★	高必	高選	大他	★	高必	高選	大他	★
E1	高必	高必	大情		高必	高必	大情		高必	高必	大情		高必	高必	大情		高必	高必	大情	★
E2	高必	高必	高選		高必	高必	高選		高必	高必	高選	★	高必	高必	高選	★	高必	高必	高選	★
E3	高必	高必	高必	大情	高必	高必	高必	大情	高必	高必	高必	大情	高必	高必	高必	大情	高必	高必	高必	大情
F1	小情	中情	高選	★	小情	中情	高選	★	小情	中情	高選	★	小情	中情	高選	★	小情	中情	高選	★
F2	小情	中情	高必	大情	小情	中情	高必	大情	小情	中情	高必	大情	小情	中情	高必	大情	小情	中情	高必	大情
F3	中情	高必	高選		中情	高必	高選		中情	高必	高選		中情	高必	高選		中情	高必	高選	★
F4	中情	高必	高選	★	中情	高必	高選	★	中情	高必	高選	★	中情	高必	高選	★	中情	高必	高選	★
G1	小般	小般	高必		小般	小般	高必	★	小般	小般	高必		小般	小般	高必	★	小般	小般	高必	
G2	小情	高選	大情	★	小情	高選	大情	★	小情	高選	大情		小情	高選	大情	★	小情	高選	大情	
G3	小般	中般	高必	大普	小般	中般	高必	大普	小般	中般	高必	大普	小般	中般	高必	大普	小般	中般	高必	大普
G4	小般	中般	高般	大普	小般	中般	高般	大普	小般	中般	高般	大普	小般	中般	高般	大普	小般	中般	高般	大普
G5	小般	中般	高般	大普	小般	中般	高般	大普	小般	中般	高般	大普	小般	中般	高般	大普	小般	中般	高般	大普
H1	中情	高必	大情	★	中情	高必	大情		中情	高必	大情		中情	高必	大情	★	中情	高必	大情	★
H2	中般	高必	高必	大普	中般	高必	高必	大普	中般	高必	高必	大普	中般	高必	高必	大普	中般	高必	高必	大普
H3	小般	中般	高必	大情	小般	中般	高必	大情	小般	中般	高必	大情	小般	中般	高必	大情	小般	中般	高必	大情
I1	小般	中般	高必	高必	小般	中般	高必	高必	小般	中般	高必	高必	小般	中般	高必	高必	小般	中般	高必	高必
I2	中般	高必	大他	大普	中般	高必	大他	大普	中般	高必	大他	大普	中般	高必	大他	大普	中般	高必	大他	大普
I3	小般	中般	高般	大普	小般	中般	高般	大普	小般	中般	高般	大普	小般	中般	高般	大普	小般	中般	高般	大普
I4	高他	大他	大他	大普	高他	大他	大他	大普	高他	大他	大他	大普	高他	大他	大他	大普	高他	大他	大他	大普
J1	高必	高選	高選	★	高必	高選	高選	★	高必	高選	高選	★	高必	高選	高選	★	高必	高選	高選	★
J2	中情	高選	★	★	中情	高選	★	★	中情	高選	★	★	中情	高選	★	★	中情	高選	★	★
J3	高選	高選			高選	高選			高選	高選			高選	高選			高選	高選	★	★
K1	高必	高必	高必	大普	高必	高必	高必	大普	高必	高必	高必	大普	高必	高必	高必	大普	高必	高必	高必	大普
K2	高必	高必	大情	大普	高必	高必	大情	大普	高必	高必	大情	大普	高必	高必	大情	大普	高必	高必	大情	大普
K3	高必	大普	大普	大普	高必	大普	大普	大普	高必	大普	大普	大普	高必	大普	大普	大普	高必	大普	大普	大普
K4	高必	大普	大普	大普	高必	大普	大普	大普	高必	大普	大普	大普	高必	大普	大普	大普	高必	大普	大普	大普

A 学校段階ごとの補足説明

A.1 入学前教育

入学前教育は現在のわが国では全員が受けるものではなく、義務教育の前提となることはできない。その一方で、多くの子どもにとって、入学前の段階でコンピュータの原理的なものに触れることは、次の点から望ましいと考える。

- 情報学やそれに隣接する領域への関心を持たせる。
- 考える習慣や探求する態度を身につけさせる。

上記の目標に照らして、入学前教育で扱う情報学の内容としては、手順的な自動処理の体験に相当するものが適切である。体験に使用する言語・実行系の要件としては、発達段階を考慮して次のものとする。

- 絵を動かす、ロボットカーを動かすなど、入学前児童でも親しみを持って取り組める動作を作り出せること。
- 文字を使用せず、ブロックの配置や絵の配置によって実行指示を組み立てる形のものであること。

学習活動の目標は体験であるが、次のことが行われるように活動内容を設計すべきである。

- グループでの活動でもよいが、その中でも児童の一人ずつが、自分のものとして、実行指示を組み立てる機会を持つこと。
- 自分が施した実行指示に体する変更が、実際に実行の内容に変化をもたらしていることを体験できること。
- 取り上げるテーマを画一的なものとしせず、お絵描きや工作のように自分が作りたいものを組み立てるといった形を取ること。

A.2 小学校段階

小学校段階以後は、先に挙げた情報学の各分野に関わる内容を発達段階に応じてカバーしていくことを考える。以下では分野ごとに検討する。

- A. 情報およびコンピュータの原理については、A1L1、A1L2の「情報」とその取り扱いを意識すること、A2L1のコンピュータが何かを分かること、A3L1、A3L2のネットワークとその上のコミュニケーションの意識、A4L1、A4L2のネットワークと安全、A5L1の制御の意識とかなり多くの内容が含まれる。A1の「情報」の意識については2018指導要領で既に小学校1年の国語でその言葉が現れて来るようになっている。A3L1、A3L2、A4L1、A4L2については、小学校からネットワーク安全教育

が必要なことは明らかであり、国語・道徳・総合的な学習の時間などで取り組む必要がある。A2L1、A5L1は小学校におけるプログラミング学習の導入に対応する内容だといえる。

- B. 情報の整理と創造については、B2L1の文章の読解、B3L1の説明文を国語で扱うことが2018指導要領案で定められている。また、B1L1の情報の整理については指導要領にはないが、国語等で扱うことが望まれる。
- C. モデル化とシミュレーション・分析については、発達段階的に中学校以降の内容であると考ええる。
- D. データとその扱いについては、D1L1の媒体へのデータの保管について、情報機器を扱う際に取り上げるべきと考ええる。
- E. 計算モデル的思考については、発達段階的に中学校以降の内容であると考ええる。
- F. プログラムの活用と構築については、F1L1のプログラムに対する認識、F2L1の直接的な動作の実現が、小学校におけるプログラミング学習の内容として含まれるべきだと考ええる。
- G. コミュニケーションと協調作業については、G2L1の意思の伝達は2018指導要領案において国語の内容として含まれている。またG3L1の他者の尊重に関する内容は道徳に含まれている。G1L1、G1L2のコミュニケーションの意識やよしあし、G4L1のグループ作業についても何らかの形で明示的に扱うようにすべきと考ええる。
- H. 情報社会と倫理・法・制度については、H3L1のモラルに関わる部分が道徳に含まれている。
- I. 論理性と客観性については、I3L1の主観と客観の区別が、2018指導要領案において国語の内容として含まれている。これ以外については中学校以後の内容とすることが適切と考ええる。
- J. システム的思考、K. 問題解決については、発達段階的に中学校以後の内容であると考ええる。

A.3 中学校段階

中学校段階では、小学校では発達段階的に取り入れられなかった内容が扱えるようになる。以下で分野ごとに検討する。

- A. 情報およびコンピュータの原理については、小学校でかなり多くを扱うこととしたため、中学校で新たに入る内容としてはA5L2の計測・制御に関する内容のみとなる。これは現在も技術・家庭の中の技術分野で扱っている。
- B. 情報の整理と創造については、B2L2の理由の記載、B3L2の文章の論理構造、B5L1の題材に基づく文章がいずれも2018指導要領案において国語の内容として含まれている。

B1L2の情報が判断に影響することのメタ認知についても、国語で扱う内容に追加することが考えられる。

- C. モデル化とシミュレーション・分析については、現在はほぼ高校情報の内容であるが、C1L1のモデルの意識、C3L3のアナログなモデルに基づくシミュレーションなどは中学校で暗黙的には行なわれている内容であり、これをモデルとして明示的に扱うことが望ましいと考える。C4L1については地図などの上で試行錯誤して最短経路を見つけるなどの内容が考えられる。
- D. データとその扱い、E. 計算モデル的思考については、中学校ではまだ扱わず、高校のレベルの内容となると考える。
- F. プログラムの活用と構築については、小学校からのプログラミングの導入を前提として、中学校ではF1L2のソフトウェアの取り扱い、F2L2の変数などの扱い、F3L1のステップの模擬実行を扱うのが適切と考える。これらは現在も技術・家庭の中の技術分野で扱っている。
- G. コミュニケーションと協調作業は、G3L2の共同作業のための合意、G4L2の相手の立場に立つ、G5L2のリーダーシップが中学校で扱われるべきと考える。
- H. 情報社会と倫理・法・制度については、H1L1の情報技術と人間の関わり、H3L2の情報社会の法と秩序をいずれも技術・家庭の中の技術分野で扱っている。H2L1については、情報技術などを用いたコミュニケーションなどの一環として扱うことが考えられる。
- I. 論理性と客観性については、I1L2の推論は数学で指導要領に含まれている。I2L1の伝達者の真意、I3L2の理由の確認については、情報技術などを用いたコミュニケーションなどの一環として扱うことが考えられる。考える。
- J. システム的思考については、J2L1のシステムとユーザの接点について、技術・家庭の中でプログラムを扱うところで併せて扱うことが望ましい。
- K. 問題解決については、高校レベルでの扱いを想定する。

A.4 高等学校段階

高等学校段階については、情報科の内容が中心となる。情報科は次期学習指導要領において必修科目「情報Ⅰ」と選択科目「情報Ⅱ」の2科目体制になることが決まっている。本文書では必修科目に対応する部分は「全員が学ぶ」内容(3節の「(高必)」)、選択科目に対応する部分は「高等教育に進む学生が学ぶ」内容(3節の「(高選)」)と位置付けている。

また、本文書の提案は必ずしも現時点で次期指導要領の「情報Ⅰ」「情報Ⅱ」の内容範囲として公表されているものと一致していないが、これは本文書が「将来的に」初等中等教育から大学共通教育までの内容・範囲となるべき体系を提案するという立場を取っていることによる(これは中学校までの部分でもまったく同じである)。

以下では各内容ごとに検討する。

- A. 情報およびコンピュータの原理については、A1L3、A2L2、A3L3、A4L3の各内容を(高必)として区分している。これらはいずれも、中学校までで学んで来た部分を発展させ、高校でないと扱えない範囲をカバーしている。(高選)に対応する部分はない。
- B. 情報の整理と創造については、B1L3、B2L3、B3L3、B4L2、B5L2の各内容を(高必)として区分している(B2L3、B3L3はおもに国語科の内容と考える)。これらはいずれも、中学校までで学んで来た部分を発展させ、高校でないと扱えない範囲をカバーしている。B4L3は(高選)に区分し、サイト作成などを通じて学ぶことを想定する。
- C. モデル化とシミュレーション・分析については、C1L2、C1L3、C3L2、C3L3を(高必)として区分している。この部分は現行指導要領の「情報の科学」に含まれる部分であり、情報Iにも含まれている。さらに、C2L1、C2L2、C4L2は(高選)として区分している。これはおもに情報システムに関するものであり、情報IIに含まれている。
- D. データとその扱いについては、D1L2、D1L3、D2L1、D3L1、D3L2、D4L1を(高必)として区分している。この部分は現行指導要領の「情報の科学」に含まれる部分で、情報Iにも含まれている。さらに、D2L2、D2L3、D3L3、D4L2については(高選)に区分している。これらは情報システムやデータサイエンスに対応する部分で、情報IIに含まれている。
- E. 計算モデル的思考については、E1L1、E1L2、E2L1、E2L2、E3L1、E3L、E3L3を(高必)に区分している。これらは情報Iかそれをやや発展させた内容となる。さらにE2L3を(高選)に区分している。これは情報システムに近い内容であり、情報IIでおおむね扱われるものと考ええる。
- F. プログラムの活用と構築については、F2L3、F3L2、F4L2を(高必)に区分している。これらは基本的なプログラミングの内容で全員が学ぶべき内容に相当する。さらにF1L3、F3L3、F4L3を(高選)に区分している。これらはシステム開発に関係する内容となる。
- G. コミュニケーションと協調作業は、G1L3、G3L3、G4L3、G5L3をいずれも(高必)として区分している。G1L3については、メディアリテラシーに対応する内容であり、それ以外はグループでの問題解決に対応するもので、いずれも情報Iに含まれている内容に近い。(高選)に区分するものはG2L2のみであり、これはサイト作成に対応するものとなっている。
- H. 情報社会と倫理・法・制度については、H1L2の情報社会の法・制度の内容、H2L2、H2L3のメディアと意図、H2L3のジレンマの内容を、(高必)に区分している。いずれも情報Iの中で扱っている内容に相当する。(高選)に区分するものはない。

- I. 論理性と客観性については、I1L3、I1L4、I2L2、I3L3、I4L1をいずれも(高必)として区分している。これらのうち、I1L3、I1L4は情報Iにおける問題解決のための論理や仮説構築に対応し、それ以外はコミュニケーションと情報デザインに相当する部分と、それを越えた部分とから成っている。(高選)に区分するものはない。
- J. システム的思考については、J1L1のみを初歩的な部分であることから(高必)に区分し、あとはJ1L2、J1L3、J2L2、J3L1、J3L2をすべて(高選)に区分している。これらは情報IIの中の情報システムに関する内容と対応している。
- K. 問題解決については、K1L1、K1L2、K1L3、K2L1、K2L2、K3L1、K4L1を(高必)として区分している。これらは問題解決の基本部分であり、情報Iに含まれている。(高選)に区分する内容はない。

A.5 大学段階

本文書では、一般教育(大情)、普遍的事項(大普)については、専攻グループごとの違いはないという立場であり、ここでは説明しない。以下では各専攻グループごとの固有の部分(表2の★部分)について、具体的な扱いを検討する。

[哲法] 哲学・法学・政治学等

哲学・法学・政治学等の分野は「考える」ことを重視する分野であり、その意味では最も文系的だと言える。また、「考えることとは何か」などのメタな部分も扱う必要があることも特徴だと言える。

- A4L4 — 法学分野では、情報技術関連のリスクやそれを法学的にどのように捉えるかについて取り扱う科目があるべきだと考える。政治学分野では、情報技術に関わるリスク(情報テロなども含む)を政策的に扱うことについて取り扱う科目があるべきだと考える。
- D4L4 — 法学分野は法文や判例などデータとしてそれに基づき体系を検討する学問であり、法令データベースや判例データベースがそのデータソースにあたる。また、知的財産などの場合は特許・実用新案などのデータベースを扱う必要がある。個々の専門分野の内容に先立ち、これらのデータベースの扱いについて学ぶ科目があることが適切である。

政治学分野では(歴史学もそうであるが)過去におきたできごとの蓄積を多く扱う必要がある。これらはデータ化されている場合もあるが、テーマによっては文献や資料をもとに自分でデータベースを構築するなどの事柄が必要になる。個々の専門分野の内容に先立ち、これらのデータベースの扱いについて学ぶ科目があることが適切である。

- F1L4、F4L4 — この分野のプログラムによる問題解決とはおもに、参照すべき多数の事項から重要なものを抽出したり、自分の考える指標値を計算してそれによる整

列を行なうなど、研究のためのデータ操作が中心になるものと考えられる。とくに、データが自然言語で書かれたものである場合が多いことから、テキストマイニングの基本技術やライブラリ API の活用などの内容が含まれる必要があると思われる。

- H1L4 — 情報技術者の倫理などについては、哲学の中の倫理的立場から (分量的に多くなければ、職業倫理の一部として) 扱う科目があることが望まれる。

法学分野では、情報法の体系、電子政府について法制度の面から学ぶ科目が必要である。またシステム監査について、法制度面および通常の組織の監査とは異なるシステムならではの側面について学ぶ科目が必要であると考えられる。

政治学分野では、電子政府の役割や意義を学ぶ科目が必要と考えられる。また、今後各種のシステムがより大規模化しそれに多くの人が依存するようになると予想されることから、それらのシステムを統制することを政策的に位置付け取り扱うような科目が必要になるものと考えられる。

- J1L4 — この分野では、法制度やその運用に関わるシステム、政策の策定やその実施に際して用いるシステムなど、個別のシステムについて考えられる必要がある。まず既存のシステムについて学び、また将来的に有用なシステムを構想し、模擬的にその効果を調べるなどの内容を含んだ科目があることが望まれる。
- J2L3、J2L4 — この分野で扱う情報システムでは、ユーザとは「哲学者」「法律家」「法律事務」「政治家」「政策スタッフ」などであり、システムの「価値」についても世の中一般とは異なることが予想される。そのような特定の領域の持つユーザを想定したシステムについて取り扱う科目があることが望まれる。

[言心] 言語学・地理学・心理学等

言語学・地理学・心理学等の分野は文系ではあるが、データに基づいた研究を行ない、統計データの扱いが必要である。その部分では理工系に近いといえる。

- C2L4 — 言語学分野であれば、言語の多様なモデルを扱い問題解決を行なう科目が設置されるはずである。

地理学であれば、地図データベースや地理情報システムのモデルを扱うことが不可欠であり、そのための科目が必須である。

心理学分野では、人間の心のモデルやそれに基づく研究が不可欠であり、そのようなモデル化を扱う科目が必要となる。

- C3L4 — この専門分野では、それぞれのモデルを用いたシミュレーションが有用な研究手段であり、そのことを扱う科目も必要である。
- D4L4 — 言語学分野では、エスノグラフィー (参加観察) 調査などの手法によって定性的・定量的なデータを取得することを通じて、知られていない言語現象などを明らかにする科目が考えられる。

- F1L4、F4L4 — 言語学分野であれば、既存言語の分析において独自の視点を考案した場合、その側面のもとづく分類や抽出を行なうなどの処理が必要になる。また、新たな言語モデルを考案して、その特性についてシミュレーションで調べるなどのことが求められることもある。いずれも、既存のアプリケーションでは済まない事項であり、プログラムを作成する技能が求められる。そのような科目では、実際に専門分野の題材を用いて実習することが望まれる。

地理学分野では、地図データベースなどを扱いその上でのデータ抽出やモデルの計算を行なう処理が必要になる。これらもそのためのプログラミング技法を具体的なデータの扱いとともに学ぶような科目が必須であるといえる。

心理学分野では、モデルの計算もあるが、そのほかに心理学実験等を実施するツールとしてソフトウェアが多く使われる。そのような具体的なプログラムを作成できるような科目があることが必要である。

- G2L4 — 言語学分野では、言語活動としてのコミュニケーションを取り扱うことが必要であり、その場合コミュニケーションを記録した上で当該分野の観点から分析する方法を学ぶ科目が必要である。

心理学分野では、人間の心の表出としての会話は重要なテーマであり、コミュニケーションを記録した上で当該分野の観点から分析する方法を学ぶ科目が必要である。

- J1L4 — 地理分野では、地理情報システムが大規模な汎用のシステムとしてすでに確立しており、それを土台として個別の研究のためのシステムを構想する方法を具体的に学べる科目が必要である。

- J2L3、J2L4 — 心理学分野では、認知心理学に代表される、システムと人間の接点を扱う分野があり、そこではユーザにとって使いやすい、理解しやすいなどの価値について古くから扱われている。これらの基本的事項を学び研究につなげられる科目は不可欠だといえる。

地理学分野では、地理情報システムの機能をさまざまな分野の専門家や非専門家に提供することも重要な役割となっており、これらの事項を扱う科目が必要であるといえる。

[生農] 生物学・農学・医学等

生物学・農学・医学は理工系の一部ではあるが、生命系としてやや異なる部分もあることから分けている。具体的には、工学的色彩はやや弱く、そのぶん生命情報を重視する。

- C2L4 — 生命系では、分子レベルから個体(細胞)レベル、個体の集合(組織)レベル等、さまざまなレベルで多様なシミュレーションが必要である。この内容では、基本的な(アプリとして構築ずみの)アプリケーションを選択して問題を検討するような(講義+実習の)科目が必要と考える。

- C3L4 — 分野固有のシミュレーションを扱う科目があるべきである。題材としては、医学分野であれば感染症のモデルとそのシミュレーション、農学分野であれば作物の病気に関するシミュレーションなどが考えられる。そのほか、シミュレーションにとどまらない内容になるが、大規模な遺伝子解析を取り扱うことも考えられる。
- C4L3、C4L4 — 生命現象や生物の活動のなかで、最適化問題として説明できることは多くある。この内容では、ここまでで学んで来たモデルに対して最適化を取り入れることと、それを解くことで生命現象などを説明するような科目の両方が必要であると考えられる。
- D4L4 — 生命活動や個体の活動について、どのようなデータを(定性的・定量的に)収集することができ、それをどのように問題解決に活かせるかを具体的に学ぶ実験科目が必要であると考えられる。
- E2L4 — 生命や個体の活動における並行性について、要素間の情報伝達や影響の伝達も含めて扱い、定式化したり分析することを学ぶ科目が必要であると考えられる。
- J1L4 — 栽培管理、飼育管理、医療情報の扱いなどそれぞれの専門において使われている情報システムを知り、必要に応じて新たな情報システムを構想したり提案することを学ぶ科目が必要と考えられる。
- J2L3、J2L4 — 栽培システム、飼育システム、観測/観察システム、医療情報システムなどの各種システムについて、専門家としてその本質は何か、単なる「労力の節約」でなく新しい価値を生み出せるシステムとはどういうものかについて考えさせる科目が必要である。

[社経] 社会学・経済学・経営学等

社会学・経済学・経営学等の分野は社会を扱うことから、文系ではあるが計算、モデルなどを多く扱う必要がある。その意味では理工系に近いといえる。

- A4L4 — 情報技術の影響が極めて大きくなっている今日、情報社会それ自体が、社会学・経済学・経営学にとって重要なテーマであり、そこにある(潜在的/顕在的)リスクを評価することもまた同様である。これらの分野では、情報社会そのものを扱う科目があり、その中で情報技術の位置付けや影響、そしてそれに関わるリスクとその評価、およびリスクマネジメントを扱うべきである。
- C2L4 — 情報がどこからどのように流れて行きまた途中で加工されるかという事柄、システムやサブシステムが複数の状態を持ちそれらの間で遷移していくという考え方は、社会学・経済学・経営学においても関わりのある事項であり、また情報技術に関する文献を読み解く必要性もある。このため、データフロー図、ステートチャートなどの基本的なモデル図を学び、それを参照して問題を検討するような科目があることが望まれる。

- C3L4 — 社会シミュレーション、経済シミュレーション、経営シミュレーションなどは社会学・経済学・経営学において基礎的な研究・問題解決手法であり、それぞれの分野において典型的なモデルを学びまた実際にシミュレーションを通じて問題解決を体験する講義・演習科目が不可欠である。簡単に定式化できない社会的事象を扱うエージェントシミュレーションなどもここで扱うことが考えられる。
- C4L3, C4L4 — モデル上での最適化は社会学・経済学・経営学において問題解決の重要なツールであり、線形計画法やゲーム理論などのOR的手法、山登り法、焼きなまし法、ジェネティックプログラミング等情報技術的手法などの多様な最適化手法を学び、それに適したモデルを構築し実験するような講義・演習科目が不可欠であると考えられる。
また、オンライン(ダイレクト)マーケティング、FinTech、電子貨幣などの経済と情報技術と組み合わさったテーマについて、社会学・経済学・経営学それぞれの立場からモデル化や分析を試みる科目も必要と考える。
- D4L4 — 社会学・経済学・経営学は実際に動いている社会を対象としていることから、社会統計、経済統計、株式/商品市場などの実績数量データ、アンケート調査などの定性的データを実際に扱えることが求められる。それぞれの分野の代表的なデータを実際に操作し分析してみる演習科目が不可欠であると考えられる。
- E2L4 — 社会現象は基本的に多くの要素が並行に活動するものであり、並行計算としての定式化が有用である(とくにシミュレーションの実装手法として)。また、限られたリソースで多数のタスクをこなす場面ではスケジューリング問題としての定式化やその上での問題解決が必要となる。これらについて学び問題解決を提案したり経験する科目が望まれる。
- F1L4, F4L4 — 社会現象のシミュレーションは既存のアプリケーションは多くないので、自分でモデルをプログラミングして動かせることが不可欠である。そのため、モデル化・シミュレーションを内容とする科目において、適切なアプリケーションを選択したり、プログラムを動かす実習を組み合わせる形で取り入れることが望ましい。
- G1L4 — 社会学ではコミュニケーションの記録や分析は重要な研究手段であり、これらが実践的に行なえるよう学ぶ科目が必要である。
- G2L4 — メディアの役割やその影響は社会学・経済学・経営学のいずれにおいても重要な位置づけを担い、それぞれの観点からその内容について学ぶことが必要である。
- H1L4 — 社会の1構成要素としての電子政府や電子商取引などについて、情報システムを扱う科目のいずれかで取り扱うことが考えられる。また、情報システムの監査や認証、技術者の役割については、情報技術のリスクを内容とする科目の一部として取り入れることが考えられる。

- J1L4 — 社会・経済・経営いずれの分野も、既存の情報システムを使うだけでなく新たな情報システムを構想できることが今後不可欠となると考えられる。それぞれの分野において、情報システムを扱う科目を設け、既存の情報システムについて知ることに加えて、できればグループワークなどの形も取り入れて、新たなシステムを構想する実習を盛り込むことが望まれる。
- J2L3、J2L4 — システムが提供する価値や、システムの使いやすさなどの考え方も知っておく必要がある。上記のシステムを構想する実習と組み合わせて、そのシステムの提供する価値、社会との適合性・親和性について考えさせたり、特定の部分についてユーザインタフェースまで含めて構想しそれを評価する(可能ならインタフェースだけ試作し検討する)ことが望ましい。

[理工] 理学・工学

理学・工学分野は比較的均質であり1グループとして扱っている。情報系(情報科学・情報工学)もこの中に入る。これらは当然ながら専門教育の中で深い内容までカバーしているが、一般教育については他の理学・工学と共通しているものとして扱った。現実でも、情報系は理学部・工学部に含まれている結果、そのようになっていることが多い。

- A5L4 — 制御プログラムを実際に作成して体験する授業は理工系の学部の専門基礎として提供されるべきであるし、それを他の専門の学生も取れることが望まれる。さらにそれを進めて、組み込みシステムやその開発に関する進んだ内容まで扱うことが考えられる。また、そのような体験や知識を土台として、自動運転などのAI技術がどのようにできているか、何が可能で何が難しいかなどの事柄まで学ぶことが望まれる。
- C2L2 — モデルについては、電気系・機械系・情報系など分野により重要なものが異なっており、それをを用いた問題解決の内容もその分野ごとのものになる。ただし、情報学のモデルも情報システムなどとの関連で重要になるので、それぞれの分野のモデルを扱う科目の一部を割いて、状態遷移図やデータフロー図などのモデルについても扱うことが望ましい。
- C3L4 — シミュレーションについてはそれぞれの分野ごとのモデルを題材として取り扱うことが想定される。題材としては、流体シミュレーション、有限要素法など多様なものがある。その上で、シミュレーションによる問題解決までを体験する科目があることが望ましい。
- C4L3、C4L4 — モデルを用いた最適化についても、それぞれの分野ごとに主要なモデルを扱うことが想定される。ただし、解析的に解を求める方法だけでなく、プログラムを動かしてシミュレーションを行ないながら求める方法から始めて、山登り法やジェネティックプログラミングなどのソフトウェア的解法も含めて(またメタヒューリスティクスに重点を置いた方法も含めて)実習することが望まれる。

- D4L4 — 理工系の中では、定量データを用いた問題解決について、それぞれ分野ごとのやり方がありまずそれを学ぶことは必要である。さらに、定性データについては理工系ではあまり扱われない面があるが、定性データも重要であることやその扱い方法を同じ科目の中で一通り学ぶことが必要である。
- E1L4 — 計算化可能性やチューリング完全などの話題は情報系の内容ではあるが、単独の科目として専門基礎の中で開講したり、またはコンピュータにできること、という位置づけでプログラミングやアルゴリズムを扱う科目の中でトピック的に取り上げることが考えられる。後者の場合には情報系以外のさまざまな専門で実施するプログラミング科目とも組み合わせられる。
- E2L4 — 並行計算やタスクスケジューリングはそれ自体理工学的に興味深い題材であり、理工系の専門基礎科目の中で単独の科目として扱うか、プログラミング科目の一部として扱うことが望ましい。
- F1L4、F4L4 — 理学・工学のそれぞれの分野において、コンピュータは問題の解を求める有力な手段であり、その具体例を学ぶ科目が必要である。
- F3L4 — チームによるソフトウェア開発や、そこで起きるさまざまな問題に対処する必要性について実習中心で、理工系の専門基礎科目の中で取り扱うことが望まれる。そのような科目は、他専攻からも選択できるようになっていることが望ましい。
- H1L4 — 電子政府については、公共の情報システムの1つとして位置付け、情報システムを扱う科目中に含めることが考えられる。システムの監査や認証の話題、技術者倫理の話題は、理工系の専門基礎科目の中で扱われるべきである。1科目単独で開講することが難しければ、情報技術を扱う他の科目の一部として位置付けることも考えられる。
- J1L4 — 組み込みシステムとネットを組み合わせた概念であるIoTなどもシステムの話題の一環として取り上げることが考えられる。またはこれに重点をおくなら単独の科目とすることも考えられる。
- J2L3、J2L4 — 理学・工学の立場から、システムが問題を解決するときその価値について考え、それに基づいて必要なシステムを考案・提案することをソフトウェア作成の科目の中で取り入れる必要がある。
- J3L3、J3L4 — ある程度複雑なシステムを開発するときの問題や、開発プロセスに関する経験は、工学系の場合はそれぞれの分野に対応するシステムの構築を題材とし、それ以外の場合は情報システムの開発を題材として、単独の科目として実習中心に取り扱うことが望ましい。

B 情報学の参照基準における各分野の再掲

「情報学の参照基準 [1]」に含まれる内容については、専門課程においてその内容を身につけるだけの準備を提供することが、大学共通教育の責務となるが、その分野の分類は本文

書でも踏襲している。そのため、以下に分類の各内容を再掲する。

「情報学の参照基準」では、情報学固有の知識体系を次の5分野に整理している。(かっこ書きした分類名称は本文書で参照のために付した。)

(知識:情報一般) 情報一般の原理 — 情報と意味、情報の種類、情報と記号、記号の意味解釈、コミュニケーション、社会的価値の創造

(知識:機械情報) コンピュータで処理される情報の原理 — 情報の変換と伝達、情報の表現・蓄積・管理、情報の認識と分析、計算、各種の計算・アルゴリズム

(知識:情報処理) 情報を扱う機械および機構を設計し構築するための技術 — コンピュータのハードウェア、入出力装置、基本ソフトウェア

(知識:人間社会) 情報を扱う人間社会に関する理解 — 社会において情報が創造・伝達される過程と仕組み、情報を扱う人間の特性と社会システム、経済システムの存立と情報、情報技術を基盤にした文化、近代社会からポスト近代社会へ

(知識:システム) 社会において情報を扱うシステムを構築し活用するための技術・制度・組織 — 情報システムを開発する技術、情報システムの効果を得るための技術、情報システムに関わる社会的なシステム、情報システムと人間のインタフェースに関する原理や方法

「情報学の参照基準」ではさらに、情報学に関係するジェネリックスキルを次のように分類している。(かっこ書きした分類名称は本文書で参照のために付した。)

(汎用:創造性) 創造性 — 創造力・構想力・想像力。

(汎用:論理) 論理的思考・計算論的思考 — 論理的思考能力・論理的緻密さ・演繹する能力。概念化・モデル化・形式化・抽象化を行なう能力。

(汎用:問題解決) 課題発見・問題解決 — 問題発見能力。問題解決能力。システム思考。クリティカルシンキング。

(汎用:コミュ) コミュニケーション能力 — コミュニケーション能力・プレゼンテーション能力。

(汎用:チーム) チームワーク・リーダーシップ・チャンス活用 — 協調性。リーダーシップ。ストレス耐性。

(汎用:主体性) 分野開拓・自己啓発 — 主体的に学習する能力。融合する力・関連付ける力。