

「理科」教員養成時の情報通信技術の 活用力育成に向けての課題

——デジタルデータの取得・活用の視点から——

Issues for the preparation of the ability to use ICT of the teacher-training course students to obtain a teacher's license of *rika**: From perspectives of acquisition and utilization of digital data

根本 泰雄・山下 芳樹

NEMOTO Hiroo・YAMASHITA Yoshiki

1. はじめに

1. 法令の背景

教育職員免許法施行規則等の一部を改正する省令（文部科学省，2021）を受け、「各教科の指導法（情報機器及び教材の活用を含む。）」が「各教科の指導法（情報通信技術の活用を含む。）」となった。よって、各教科の指導法に関する科目にて、情報機器及び教材の活用から情報通信技術の活用として取り扱う必要が生じた。

「理科」に関する具体的な内容として文部科学省（2019a）は、第4章 教科等の指導におけるICTの活用 の第3節 各教科等におけるICTを活用した教育の充実 1. 小学校の各教科等におけるICTを活用した教育の充実 の（4）理科では、②観察，実験などを行う場面 にて『例えば，第5学年「天気の変化」においては，数日後の天気を予想するために，より広い範囲の雲の量や動きといった気象情報を用いることが考えられる』と記し、同章・同節 2. 中学校の各教科等におけるICTを活用した教育の充実 の（4）理科では、『各種のセンサを用いた計測を行い，通常では計測しにくい量や変化を数値化，あるいは視覚化して捉えることや，観測しにくい現象などをシミュレーションすることも可能である。』と記している。そのため，教職課程の「理科の指導法」に関する科目の授業を行う担当教員には，受講する学生がどの程度の情報通信技術の活用力を保持しているのかを把握しておくことが求められる。例え

ば，文部科学省（2019a）での記述にある通り，各種のセンサを用いた計測を行う授業を展開する力を付けてもらうためにも，「理科」の教員を目指す学生にはデジタルデータを実験や観測にて取得する方法を理解して貰うことが求められる。そこで，A大学にて「理科の指導法」に関する科目を履修している学生を対象として，学生の当該活用力の実態調査を行った。

調査時には，（a）調査参加の有無および回答結果は成績などに影響することはないこと，（b）回答時に記入を要する個人情報（学籍番号と氏名）は回答の整理のために使用し，回答内容を本人の同意無しに第三者へ提供することは行わないこと，（c）回答結果は「理科の指導法」に関する科目の今後の授業改善および理科教育学の研究以外の目的では使用しないことを説明し，回答への同意を得た。また，同意できない学生は無回答としても良いことを伝えた。

2. 求められているデジタルデータを適切に取得・活用する力の例

小中高等学校にてICTを活用した「理科」の授業を行うために，授業者が背景として持つべき知識、技能の一つに，観測にてデジタルデータを適切に取得できる力があり，この力を教員養成段階で培っておく必要があることを，地球惑星科学（地学）の内容を取り扱う項目（単元）を例として記す。

* : “*rika*” roughly translates to “Natural Science” in English.

「理科」≠ “Natural Science” ではないが，「理科」= “Natural Science” ではないことから，敢えて “*rika*” と表記している。

平成29年告示の小学校学習指導要領（文部科学省、2017a）では、「理科」第4学年の2内容B 生命・地球の（4）天気の様子にて『（ア）天気によって1日の気温の変化の仕方に違いがあること。』を『観察、実験などに関する技能を身に付けること。』と記している。同年告示の中学校学習指導要領（文部科学省、2017b）では、第2分野「理科」の2内容（4）気象とその変化（ア）気象観測 ④ 気象観測にて『校庭などで気象観測を継続的に行い、その観測記録などに基づいて、気温、湿度、気圧、風向などの変化と天気との関係を見いだして理解するとともに、観測方法や記録の仕方を身に付けること。』と記している。すなわち、小学校、中学校の「理科」では気温の観測を行う必要があることとなっている。

理科教育のための設備の基準に関する細目を定める省令の一部を改正する省令（文部科学省、2019b）には、別表にて品目として小学校では温度測定用具 数量1組、中学校では温度測定用具 数量2組が基準として示されており、これに基づき文部科学省が小学校教材整備指針（文部科学省、2019c）、中学校教材整備指針（文部科学省、2019d）を示している。これらの教材整備指針によると、小学校では『気象の学習用具A（百葉箱（デジタル製含む）、簡易型風向風速計など）』が、中学校では『気象観測用具（アネロイド気圧計、雨量計、デジタル気圧・高度計、百葉箱、前線モデル説明器、記録温度計など）』が記されており、各学校で百葉箱を用いた気象観測が行えるよう整備することとされている。

以上から、小中学校にて「理科」を教える教員には、気温の観測を正しく行える知識、技能が必要であり、教員養成段階でこうした知識、技能を養成していくことが求められているといえる。高等学校の「理科」教員にも当然当該の知識、技能が必要である。

3. 授業で用いる観測機材の例

小学校教材整備指針（文部科学省、2019c）、および中学校教材整備指針（文部科学省、2019d）では、気温の測定にて必ずしもデジタル機材を用いることは記されてはおらず、教材販売会社の

カタログにもアナログの記録温・湿度計もデジタル温湿度計（データロガー付き）も掲載されている。これらの価格は前者が62,050円～、後者が31,680円～（UCHIDA, 2023a；UCHIDA, 2023b）である。価格や取り扱い易さを考えると、買い換え時や新規に追加購入する際にはデジタル機材を購入する可能性が高いと思われる。よって、デジタル温度計などのデジタル機材を取り扱えることが、「理科」を教える教員に求められている時代が到来しているといえよう。

II. 教員志望学生の実態調査とその結果

本論では、デジタル温度計の取り扱いに焦点を絞る。デジタル温度計にて温度（気温など）を継続的に記録する際に必要となる知識として、標本化定理（サンプリング定理）は欠かせない。また、標本化定理を理解する上で、Nyquist frequency（ナイキスト周波数）や aliasing（エイリアシング、折り返しノイズ）などの知識も欠かせない。平成21年告示の高等学校学習指導要領（文部科学省、2009）には、教科「情報」の科目「社会と情報」および「情報の科学」にて、順に『標本化や量子化を取り上げ』、『標本化や量子化などについて扱うこと』とあり、平成30年告示の高等学校学習指導要領（文部科学省、2018）には、教科「情報」の科目「情報I」にて、『標本化、量子化、符号化、二進法による表現などを理解するようにする』と記されている。教科書での取り上げ方は教科書ごとに異なっており、全教科書ともに標本化には触れているものの（赤堀ほか、2022a；赤堀ほか、2022b；萩谷ほか、2022a；萩谷ほか、2022b；萩谷ほか、2022c；萩谷ほか、2022d；本郷ほか、2022；坂村ほか、2022a；坂村ほか、2022b；黒上ほか、2022a；黒上ほか、2022b；黒上ほか、2022c；山口ほか、2022）、標本化定理は取り上げていない教科書も存在している（赤堀ほか、2022a；萩谷ほか、2022d；坂村ほか、2022a；坂村ほか、2022b；黒上ほか、2022b；黒上ほか、2022c；山口ほか、2022）。よって、高等学校にて標本化定理に触れたことがある大学生と触れたことがない大学生とが2025年度以降入学してくることが予想される。また、触れていたと

しても身に付いていない可能性もあると考えられる。そこで、現在の大学生の現状を探るため、A 大学にて教職課程に登録し中学校・高等学校「理科」の教員免許状の取得を目指している学生を対象としてアンケート調査を3回行った。1回目は2022年7月21日に行い、回答者は学士課程2回生24名、学士課程3回生2名の合計26名であった。2回目は2022年11月30日に行い、回答者は学士課程3回生16名であった。3回目は2023年7月20日に行い、回答者は学士課程2回生30名、学士課程3回生2名の合計32名であった。なお、回答者に重複は無い。回答した全員が平成21年度告示の高等学校学習指導要領（文部科学省，2009）による教育を高等学校で受けてきた学生である。

アンケート調査はその1、その2と2段階に分けて行った。その1での質問は以下の通りである。Q1：人間の可聴域は何Hzから何Hz程度ですか。Q2：「情報I」の教科書（赤堀ほか，2022a）（P.42）を読んでから答えてください。

音楽CD等では、「標準化での『一定間隔の時間』」がいくつとなるのか知っていますか。

Q2-1：知っている場合、間隔（秒）はどのくらいですか（何Hzくらいですか）。

Q1の教科書的な解答は20～20,000 Hzであるが、正解者は1回目10名（正解率38.5%）、2回目3名（正解率18.8%）、3回目は22名（正解率68.8%）、合計で35名（正解率47.3%）であった。Q2で知っていると言った学生は1回目では皆無、2回目では1名、3回目では4名であり、その結果Q2-1の正解率は1回目では0%、2回目では6.3%、3回目では3.1%（4名のうち3名は誤答であった）、合計の正答率は2.7%であった。3回目にてQ2で知っていると言ったQ2-1で間違えた学生の回答は、44.1または44であり、単位を意識せずに暗記していた結果を記したとも考えられる。

正解を示して解説を行った後、アンケート調査その2を行った。その2での質問は以下の通りである。

Q3：この間隔と人間の可聴域との関係を説明できますか。

Q4：Nyquist frequency（ナイキスト周波数）という用語を知っていますか。

Q5：aliasing（エイリアシング）（またはfolding noise（折り返しノイズ））という用語を知っていますか。

1回目の結果は、Q4にて「聞いたことはある」と回答した学生が1名いたものの（この学生は、Q1は正解、Q2、Q5は「知らない」、Q3は「できない」との回答であった）、この1名を除くと全員がQ3は「できない」、Q4、Q5は「知らない」との回答であった。2回目の結果は、Q3、Q4、Q5にて「聞いたことがある」と一つ以上に回答した学生が3名おり、質問別には順に2名、2名、2名であった。3名のQ3、Q4、Q5の回答結果は表1の通りであった。

表1 Q3からQ5で「聞いたことがある」（表中では○）と答えた学生の回答結果（2回目）

| 氏名 | Q1 | | Q2 | Q2-1 | Q3 | Q4 | Q5 |
|----|----|-------|----|---------|----|----|----|
| | 下限 | 上限 | | | | | |
| A | 60 | 1100 | × | | × | ○ | ○ |
| B | 20 | 20000 | ○ | 44.1kHz | ○ | ○ | ○ |
| C | 20 | 20000 | × | | ○ | × | × |

この3名以外の13名は、Q2、Q4、Q5は「知らない」、Q3は「できない」との回答であった。ただし、「聞いたことがある」学生も、「簡単にでも説明できる自信は無い」とのことであった。なお、2回目の学生Bは音楽系サークルに属しており、これらの知識は部活動にて得たと話をしていた。

3回目の結果は、Q3、Q4、Q5にて「聞いたことがある」と一つ以上に回答した学生が5名おり、質問別には順に3名、2名、4名であった。この5名のQ3、Q4、Q5の回答結果は表2の通りであった。

表2 Q3からQ5で「聞いたことがある」（表中では○）と答えた学生の回答結果（3回目）

| 氏名 | Q1 | | Q2 | Q2-1 | Q3 | Q4 | Q5 |
|----|----|-------|----|-------|----|----|----|
| | 上限 | 下限 | | | | | |
| D | 20 | 20000 | ○ | 44 | ○ | × | ○ |
| E | 20 | 20000 | × | | × | ○ | × |
| F | 20 | 20000 | ○ | 44.1 | ○ | × | ○ |
| G | 20 | 20000 | ○ | 44100 | ○ | ○ | ○ |
| H | 50 | 10000 | × | | × | × | ○ |

この5名以外の27名は、Q3は「できない」、Q4、Q5は「知らない」との回答であった。

その後、標本化定理を紹介し、A/D変換時にはサンプリング周波数(間隔)の設定が重要であることを説明した後、実験科目でのデータ取得時にも学んでいるはずであることを問うたところ、「実験のテキストに書いてある数値で設定しており、サンプリング間隔という意識はありませんでした。」との反応を多くの学生が示した。

よって、統計学的なサンプル数ではないものの、A大学では教職課程に登録し中学校・高等学校「理科」の教員免許状の取得を目指している2回生、3回生の多くが標本化定理を知らない、理解していない実態となっている可能性の高いことが明らかとなった。

III. 考察

アンケート調査結果から、中学校・高等学校の「理科」教員養成段階において、授業にてICTを活用できる教員を養成するためにはA/D変換の基本的な考え方を理解してもらう必要があることが判明した。例えば、教員が勤務校にて1日の気温の変化を観測する場合に、サンプリング間隔をどうするかを考える必要が生じる。気象庁の気温観測のうち、アメダスの気温測定値の閲覧は容易

であるが、表示形式は1時間毎の値か10分毎の値かである。この情報からは、気温の測定は1分間隔が良いのか10分間隔が良いのか、1時間間隔が良いのか、観測目的に応じたサンプリング間隔を選ぶ力が無いなら、困惑することとなる。例えば、1日の気温変化の傾向(晴れの日と曇りの日との違いを観測から考察する授業などを行う場合)を観測値から探ることが目的であるならサンプリング間隔は1時間でも良いといえるが、1日の最高気温や最低気温を測定することが目的であるなら、サンプリング間隔は1時間でも10分でも粗く、1分間隔とする必要がある。

ここで、気象庁の閲覧が容易なアメダスによる観測データを用いて教材を作成する場合、選んだサンプリング間隔の違いが授業内容へどのように影響するかを考えてみる。気象庁HPから得られる10分間隔のサンプリングでの気温変化のグラフ(図1の左図)と、1時間間隔のサンプリングによる気温の数値データとを用いて作成したグラフB(図1の右図)とを比較する。Bからは、気温の変動は終日緩やかであり、12時以降14時までは気温が低下していたが、16時に向かって1℃ほど気温が高まった様に読み取れる。一方、Aからは、気温の変動は終日小刻みに変動してお

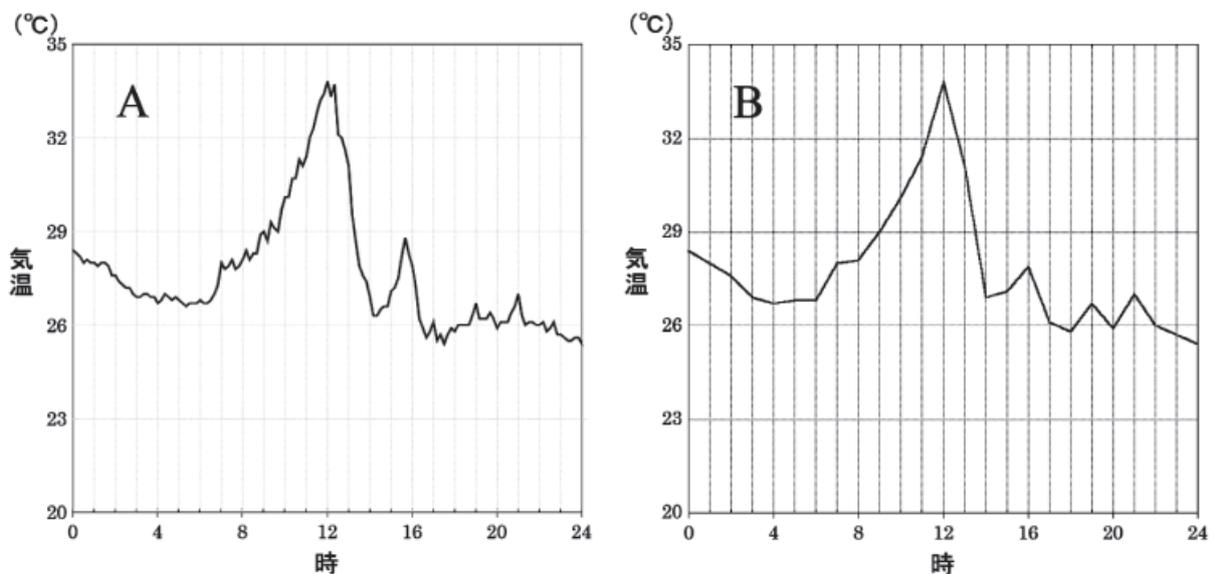


図1 サンプリング間隔の違いによる気温変化の見かけ上の違い

2022年7月27日の00:00から24:00の気象庁彦根地方気象台での気温データによる。

左図A: 10分間隔のサンプリングによる気温の変化(気象庁グラフデータに基づき改変)

右図B: 1時間(毎正時)間隔のサンプリングによる気温の変化(気象庁データに基づき著者作成)

り、12時以降14時までは気温が低下していたが、16時に向かって2.5℃ほど気温が高まった様子を讀み取れる。

すなわち、図1からは、サンプリング間隔が違っていると、気温の日変化の様子も違って見えてくるということが理解できる。地学でのこうした事象を教員養成段階にて数多く体験し、A/D変換を伴うデータ取得時に適切なサンプリング間隔（周波数）を決められる力の育成が、「理科」でのICT活用を進めるために求められているといえる。

IV. まとめ

「理科の指導法」に関する科目の授業内容の改善を目指し、A大学にて教職課程に登録し中学校・高等学校「理科」の教員免許状の取得を目指している学生を対象として、情報通信技術の活用のために必要となる基本的な知識に関するアンケート調査を行った。その結果、多くの学生が標本化、標本化定理、Nyquist frequency（ナイキスト周波数）、aliasing（エイリアシング）（またはfolding noise（折り返しノイズ））を理解していないことが判明した。そのため、当該科目にてもデジタルデータ取得の際に必要な知識、技能を育成する必要のあることが明らかとなった。

謝辞

A大学で開講している「理科の指導法」に関する科目の履修学生にはアンケート調査へ回答してもらいました。姫路大学の畑宗平教授からは本論の内容に関して貴重な改善意見を頂きました。また、2名の匿名査読者から頂いた意見は本論を修正する上で大変に有益でした。以上の皆様へ、ここに記して深謝します。

参考文献

赤堀侃司ほか全28名（2022a）：新編情報I，東京書籍。
赤堀侃司ほか全29名（2022b）：情報I Step Forward!，東京書籍。
萩谷ほか全10名（2022a）：高校情報I Python，実教出版。
萩谷ほか全10名（2022b）：高校情報I Java Script，実教出版。

萩谷ほか全10名（2022c）：最新情報I，実教出版。
萩谷ほか全8名（2022d）：図説情報I，実教出版。
本郷ほか全15名（2022）：実践情報I，開隆堂。
黒上ほか全59名（2022a）：情報I，日本文教出版株式会社。
黒上ほか全54名（2022b）：情報I 図解と実習 図解編，日本文教出版株式会社。
黒上ほか全54名（2022c）：情報I 図解と実習 実習編，日本文教出版株式会社。
文部科学省（2009）：高等学校学習指導要領。
<https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afiedfile/2011/03/30/1304427_002.pdf（2023年9月6日閲覧確認）>
文部科学省（2017a）：小学校学習指導要領。
<https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt_kyoiku02-100002604_01.pdf（2023年9月6日閲覧確認）>
文部科学省（2017b）：中学校学習指導要領。
<https://www.mext.go.jp/content/20230120mxt_kyoiku02-100002604_02.pdf（2023年9月6日閲覧確認）>
文部科学省（2018）：高等学校学習指導要領。
<https://www.mext.go.jp/content/20230120mxt_kyoiku02-100002604_03.pdf（2023年9月6日閲覧確認）>
文部科学省（2019a）：教育の情報化に関する手引（令和元年12月）。
<https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00724.html（2023年11月20日閲覧確認）>
文部科学省（2019b）：理科教育のための設備の基準に関する細目を定める省令の一部を改正する省令。
文部科学省（2019b）：小学校教材整備指針。
<https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afiedfile/2019/08/06/1316723_2_2.pdf（2023年9月6日閲覧確認）>
文部科学省（2019d）：中学校教材整備指針。
<https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afiedfile/2019/08/06/1316723_4_2.pdf（2023年9月6日閲覧確認）>
文部科学省（2021）：教育職員免許法施行規則等の一部を改正する省令。
坂村ほか全12名（2022a）：高等学校情報I，数研出版株式会社。
坂村ほか全12名（2022b）：情報I Next，数研出版株式会社。
UCHIDA（2023a）：ウチダ理科カタログ。
<https://www.educatalog.uchida.co.jp/science67ele/book/#target/page_no=1（2023年9月6日閲覧確認）>
UCHIDA（2023b）：ウチダ理化学機器カタログ。
<https://www.educatalog.uchida.co.jp/science67jr/book/#target/page_no=1（2023年9月6日閲覧確認）>
山口ほか全13名（2022）：高等学校情報I，第一学習社。

