

2012年度 教員免許更新講習用教材の開発と実施：

計算の原理と情報技術の進歩 -ENIACからユビキタス時代へ-

The Principle of Computation and the Evolution of Information Technology -From ENIAC to the Ubiquitous Age-

綿貫理明[†] 大曾根匡[‡]
Osaaki WATANUKI[†] Tadashi OSONE[‡]

[†] 専修大学 ネットワーク情報学部

[‡] 専修大学 経営学部

[†] School of Network and Information, Senshu University

[‡] School of Business Administration, Senshu University

要旨:

教員の免許講習は、本学の事業として対外的に重要な意味を持っている。筆者らは、2012年度教員免許更新講習において、計算の原理、初期のコンピュータ、そして情報技術の進歩と未来への展望を含み、且つ本学の情報教育の正統性、本学の長所をアピールする講習教材を作成し、試験を含む4時限の講義を実施した。

Abstract:

We developed lecture materials for the teacher's license renewal course on IT innovation history, and lectured including the advantageous features of Senshu University's education in the area of information technology.

1. はじめに

2007年6月の改正教育職員免許法の成立により、2009年4月1日から教員免許更新制が導入されることになった[1]。教員免許講習の受講者は、教職課程を持つ大学などが開設する講習の中から、本人の専門や興味・課題意識に応じて、下記の分野について必要な講習を選択・受講し試験に合格する必要がある。

- (1) 教育の最新事情に関する事項 (12時間以上)
- (2) 教科指導、生徒指導その他教育の充実に関する事項 (18時間以上)

教員免許更新制は、教員免許状に10年間の有効期限が付き、更新には上記の30時間の更新講習(必修科目12時間+選択科目18時間)の受講が必要となる。更新制度の目的は、その時々で教員として必要な最新の知識技能を身につけることである。2008年2月末までに101大学・法人から応募の申請があり、文部科学省に申請された全ての事業が採択された。

本学では2009年度から、必修領域(12時間)の講習を2講習、選択領域(6時間)の講習を14講習、生田キャンパスで開講した[2]。この講習には専修大学教員免許サポートセンターが窓口となっている。2010年に民主党政権に交代し、新政権の方針転換や事業仕分けなどにより、教員免許更新制度の存続が危ぶまれたが、この制度は継続された。

教員免許サポートセンター運営・企画会議は、教育

に関する必修科目を担当する第1部会(教育、心理系)と、選択科目を提供する第2部会(人文、言語系)、第3部会(社会、政治、法制度系)、第4部会(経済、経営、商、環境、**情報系**)、第5部会(自然科学、数理、スポーツ、心理系)から構成され、豊富で充実した講習内容を用意した。第1筆者は荒木敏夫副学長(当時)から要請を受け、第4部会に所属した。

教員の免許講習は、本学の事業として対外的に重要な意味を持っている。高校教員の印象により受験生の増減に影響が出る可能性もある。そのため教員免許更新用教材の作成は慎重に丁寧に準備を進める必要がある。教材内容は専修大学の長所をアピールするものであることが望ましい。経営学部情報管理学科で情報教育を開始するため、日本で最初のコンピュータを開発した岡崎文次先生が招聘されたことは特筆に価する。しかしこの事実は社会においてほとんど認知されていない。何もせず待っていても、他人は本学のために宣伝をしてくれるようなことは決してない。そのため大学の方針に沿って、積極的に自らの長所をアピールして行く必要がある。筆者ら当時の情報科学研究所所長と所長経験者が自ら率先して実行することにした。情報技術の歴史の中にこの特筆すべき事実を織り交ぜて講義を構成し、教材を作成することとした。

情報科学研究所は、大学の方針に従って、社会との良好な関係を保ちつつ、大学の教育研究活動の成果を対外的にアピールするために予算を活用する必要があ

る。情報科学研究所（当時大曾根所長）では、教員免許講習は対外的に重要であるとして、教員免許講習の教材開発に対して共同研究助成を行うこととした。

2009年度は、第4部会の“情報”に関する講習では、「ネット・メディア時代の子どもとコミュニケーション」と題して望月敏男専任講師・砂原由和教授が講師として講習を実施した[5]。話題となっている旬のテーマの講習は、社会問題とも関連して実施時期が重要である。また情報分野では初めての実施で受講生の応募状況も見通しが立たなかったため、筆者らの講習は遅らせることとした。2010年度は第1筆者の国内研究で講習に参加できなかった。2011年度は東日本大震災に被災したため、本学における教員免許更新講習の実施は見送られたが、2012年度に再開した。

2. 講習内容

現代社会では情報機器を使わずに日常生活を営むことが不可能になった。本講習では計算機械の誕生から始まり、計算機の小型化により一人1台のコンピュータの時代を経て、それらのコンピュータがネットワークで相互に接続され、社会へ浸透していった過程を概観する。

2012年度は7月30日から8月3日までの1週間に実施され、情報の講習は表1に示すように、「計算の原理と情報技術の進歩 -ENIACからユビキタス時代へ-」と題して8月1日に4コマの講習を行った。この講習を準備するに当たり、過去の研究成果[3]や、本学そして他大学でも広く採用されている共立出版の教科書[4]の内容を参考にした。

表1 情報の講義内容

時限	開始	終了	講義内容	担当
1	9:00	10:30	計算の原理(機械式計算法、階差式計算機、チューリング機械)	大曾根匡
2	10:40	12:10	初期のコンピュータ(ABC, ENIAC, EDSAC, FUJIC)	綿貫理明
	12:10	13:00	昼休み	-----
3	13:00	14:30	コンピュータの小型化・高速化・ネットワーク化	綿貫理明
4	14:40	16:10	調査実習(14:40-15:10) 試験(15:10-16:10)	大曾根匡

コンピュータの誕生を説明するには、算盤、計算尺、歯車式計算、階差計算、チューリングマシンなど計算の原理は重要である。19世紀にチャールズ・バベッジは歯車による機械式の計算機を作ろうとした。

1940年頃にJ.V.アタナソフは水素の電子軌道を計算するため、ABC(アタナソフ・ベリー・コンピュータ)と呼ばれる連立方程式を解くための電子式計算機を開発しようとした。第2次大戦中には、ペンシルベニア

大学で弾道計算のためのENIACが開発される。その経験をもとにしてイギリスのケンブリッジ大学で、最初のプログラム記憶方式の電子計算機EDSACが開発される。日本では富士写真フィルムの岡崎文次がレンズの設計のために日本初の電子計算機FUJICを開発した。

1970年代以降計算機の小型化とネットワーク化が進み、インターネットの時代が到来する。教員免許講習のカリキュラムとして、下記の3段階で構成した。

- (1) 対数計算、階差計算など計算の原理を概説
- (2) 世界初そして日本初のコンピュータの紹介
- (3) 高速化、小型化、ネットワーク化など情報技術の進化と展望

2.1. 計算の原理

1限の講義は計算の原理について説明した。時代背景を伝えながらなるべく視覚化してわかりやすく説明するよう心がけた。そのためにスライドの説明ではアニメーション効果を取り入れて、計算過程がわかるようにした。また、写真や映像を使用して説明するよう工夫した。講義内容は以下のとおりである。

(1) 算盤

最初に算盤の歴史と原理について説明した。中国やロシア、日本の算盤を示し、それぞれの算盤の計算原理について説明した。また、対面式算盤や盲人用算盤などの変わり算盤について紹介した。

(2) ネピアの骨

ネピアの発明した計算棒を用いた掛け算の原理について紹介し、実際に計算演習を行った。そして、いわゆる「九九」を暗記しなくても簡便に複数桁同士の乗算が可能であることを理解してもらった。

(3) 計算尺

オートレッドの発明した計算尺の原理について説明した。掛け算や割り算を、対数を用いて、足し算や引き算だけで計算できることを理解してもらった。

(4) パスカルの加算器

フランスの数学者パスカルが発明した加算器について、その原理について説明した。特に、その当時の複雑な貨幣単位の体系について説明し、加算器の利便性を理解してもらった。また、シッカートの計算器やライプニッツの計算器、ジャカールの自動織機についても簡単に説明した。

(5) バベッジの階差機関

多項式の階差を利用して、多項式の数表を自動的に生成するバベッジの階差機関について説明した。そして、実際にExcelを使って階差機関の原理について演習を行い、数表の作成を体得してもらった。また、復元された階差機関の動作する様子を映像で見せた。

(6) タイガー計算機

機械式のオドナーの計算機やタイガー計算機について説明した。タイガー計算機の実物を見せ、その内部構造を理解してもらった。また、相当な重量があることも手に持たせて体験してもらった。

(7) ブール代数

ブール代数を用いた2進数の計算原理について説明し、AND ゲート、OR ゲート、NOT ゲートだけを用いて加算回路を作る方法を紹介した。また、1 ビットを記憶するためのフリップフロップの原理を説明し、NOR ゲート2つだけでフリップフロップが実現できることを示した。

(8) チューリングマシン

コンピュータの発想につながるチューリングマシンのイメージについて説明した。

(9) 世界最初のコンピュータと日本最初のコンピュータ

世界最初のコンピュータである ABC マシンと、日本最初のコンピュータである FUJIC について紹介した。そして、FUJIC の製作者である岡崎文次博士と第2筆者との貴重なツーショット写真(1993年)を紹介した。



図1 岡崎文次博士(左)と大曾根匡教授

2.2. 初期のコンピュータ

2限の講義は初期のコンピュータに関する解説で、下記のコンピュータに関し概説した。特にグループ間の競争や人間関係、天才と言われた人々の人柄などについて焦点を当てて話した。

(1) ABC (Atanasoff Berry Computer)

これはアイオワ州立大学のアタナソフが、水素の電子軌道を計算するため、29元1次連立方程式の解をガウスの消去法で求めるために、1940年ごろ開発を試みた専用計算機である。当時は2進法や記憶装置など技術が確立しておらず、2進法の着想を得たエピソードなどを含めて講義した。ABCは中間結果の係数をカードに穿孔して記憶したが、多数のデータを読み取る際に誤りを生じ、完成までには至らなかった。その後アタナソフは第2次大戦がはじまると軍関係の仕事に就くため大学を去った。

(2) ENIAC

(Electronic Numerical Integrator and Automatic Computer)

ペンシルベニア大学の J. W. モークリーと J. P. エッカーらによって、第2次大戦で使用される高射砲の弾道計算をするという名目で、アメリカ海軍兵器局の研

究費を得て、1946年に開発された配線論理方式の汎用計算機である。真空管を18000本使用し、重量30トン、消費電力140KWという大きなビルの1フロアを占有するようなものであった。完成したのは、大戦終了後であるが、種々の計算に使用された。

コンピュータ史の上では、1970年代までは、ENIACが世界初のコンピュータと言われていたが、現在はABCが最初と言われている。ENIAC特許を巡って争われた裁判によって、ABCの存在が浮かび上がった。モークリーはアタナソフの研究室を訪れて、計算方法の着想などを得たことが明らかとなった。ミネアポリス連邦地裁の判決とコンピュータ産業を振興したいという当時の社会背景なども説明した。

(3) EDSAC (Electronic Delay Storage And Computer)

ケンブリッジ大学の M. V. ウィルクスらによって開発された世界最初のプログラム記憶方式(いわゆるノイマン型)のコンピュータである。ENIACが開発されたのち、成果を公開するため後にムーアスクールレクチャと呼ばれる講習会を開いた。ウィルクスはその講習会に参加し、帰国して開発に取り組み、1949年世界で初のプログラム記憶方式のコンピュータを完成した。ペンシルベニア大学でも ENIAC 改良型の開発は行われていたが、功績や特許の帰属で人間関係が悪化して、完成は1952年となりケンブリッジ大学に比べて大幅に遅れた。

(4) FUJIC

富士写真フィルムの岡崎文次¹⁾がレンズ設計のために、ほとんど独力で1956年に開発した真空管式の汎用計算機である。これが日本で最初のコンピュータとなる。開発者の岡崎文次は、日本電気を経て、1972年専修大学情報管理学科創立の際に、専修大学に招聘されて、本学で情報教育を開始した。

2.3. コンピュータの小型化・高速化・ネットワーク化

3限の講義では、コンピュータが開発され、1970年ころを境に、コンピュータは下記の3つの進化の道をたどることを解説する。

(1) 高速化の流れ

シーモア・クレイという人物に焦点を当てて、1976年に開発された CRAY-1 というスーパーコンピュータについて解説した。天才クレイの人物についても逸話を話した。

計算機の高速化は、CRAY-1のあと急速に進み、最高

1) 岡崎文次略歴：1914年7月7日誕生

1939年3月 東京帝国大学物理学卒業

1939年4月 富士写真フィルム株式会社入社

1956年3月 日本で最初の電子計算機を完成

1959年3月 日本電気株式会社入社

1972年4月 専修大学経営学部教授

1985年3月 専修大学定年退職

同年5月 情報処理学会創立25周年記念特別功績賞

1998年7月23日逝去

性能は10年で1000倍に伸びている。日本で開発されたスーパーコンピュータで、世界最高速の記録を持つ“地球シミュレータ”(2002)、“京”(2011)などについても言及した。理化学研究所と富士通が開発した“京”に関しては、事業仕分けで予算が削られたにも関わらず、世界で1位の性能を記録更新し、日本の技術の優位性を世界に示したことを補足した。

(2) 小型化の流れ

真空管、トランジスタ、集積回路への技術の進歩と、インテルの世界初の2進4ビットのマイクロプロセッサが開発された経緯を説明した。開発過程において嶋正利という日本人技術者の貢献について話した。集積回路の開発において目標となる、ムーアの法則について解説した。パソコンの起源である MITS 社の Altair8800 とマイクロソフトの関連についても言及した。

(3) ネットワーク化の流れ

冷戦中にアメリカのランド研究所で、核攻撃を受けても壊滅しない通信網を研究していたポール・バランによるパケット交換と分散型ネットワークの着想が、現在のインターネットの起源となっていることを解説した。バランの着想は、ロバート・テイラーによって1969年 ARPANET として実装された。1980年代には各種のコンピュータネットワークが存在したが、ビント・サーフらによって提案された TCP/IP プロトコルによってそれらが接続されて、インターネットとなった。

現代社会の傾向として、手紙や電子書籍、ビジネスの上でのクラウド化など物理的実世界のものが、インターネットの“あちら側”即ちサイバー世界に移っていることを指摘した。ユビキタス社会に関しては、図2の3つの世界が情報通信技術によって融合することであると説明した。

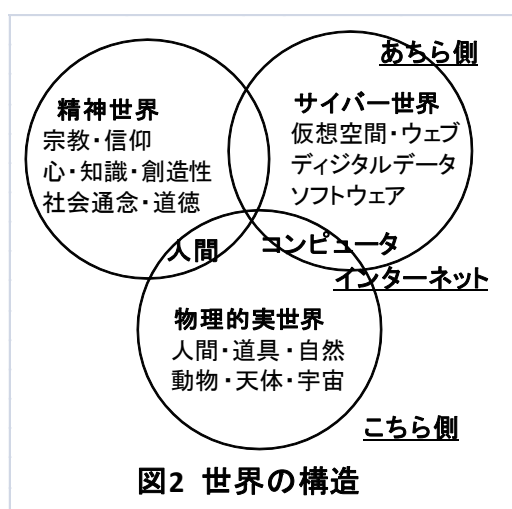


図2 世界の構造

またユビキタス化に伴い、環境に組み込まれた微小な情報機器にどのように電源を供給するかが問題となる。そのため電力回生や環境発電(エネルギー・ハーベスティング)など最近の技術についても言及した。

関連して、第1筆者の研究室で取り組んでいる、“スポーツによる創エネ”自転車型人力発電の研究も紹介した。

2.4. 端末実習と試験

4限の講義内容は最初の30分間(14:40-15:10)は端末実習にあて、エクセルの使用法の説明、インターネット・エクスペローラでの情報検索、MSワードでのレポート作成方法などを説明した。試験は1時間(15:10-16:10)で第1問の計算問題と情報技術の歴史に関する質問2題に解答していただいた。

3. 受講者の反応と改善点の検討

受講者は10名で、高校教員が6名、中学教員2名、小学教員1名、その他1名であった。2名が本学出身者であった。受講者は、自宅あるいは勤務先に近いことなど交通の便と、講習内容が魅力的かを受講科目の選択基準にしている。

受講者のコメントとして、下記の意見があった。

- コンピュータ開発史の深い部分や開発者の人間性などを興味深く学んだ。
- 大学の卒業研究でチューリングパターンに取り組んだので、チューリングを懐かしく思い出した。
- コンピュータの開発史は、自分の関心を持っていた分野であるので興味深かった。
- ENIAC 裁判の結果は、計算機産業に興隆をもたらし、当時の社会背景を考えると妥当であった。
- コンピュータ開発先駆者の天才たちの奇癖や変人振りは、アスペルガー症候群ではないか。
- 初期の開発史だけではなく、現代の最新の動向ももう少し増やして欲しい。
- パソコンの操作が大変だった。
- 受講者同士の意見交換もしてみたかった。

数値的な総合的評価として下記の結果を得た。

講習の内容・講習方法：85%

受講者自身の習得度：82.5%

講習の運営面(受講者数・会場・連絡等)：92.5%

1限はエクセル実習なども含めて講習を行った。2限と3限は講義だけで90分の講習になり、受講者の能動的な行動を含める時間がなかった。次回は途中でインターネットを使用してテーマの検索調査などの実習も入れる方向で改善する予定である。

4. まとめ

教員免許更新講習は、対外的に本学の重要な行事の一つであり、情報科学研究所としても共同研究助成を行い支援している。

高校教員を主とする10名の受講者にコンピュータ史を概説し、日本で最初のコンピュータを開発した岡崎文次先生が、本学で情報教育を開始したことをアピールした。

今後、情報科学研究所を通じ、情報分野で一層充実した講習内容を揃えることが期待される。

参考文献

- [1] 文部科学省 「教員免許更新制の概要」
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/koushin/001/1316077.htm
- [2] 専修大学 Web ニュース『教員免許状更新講習』開設へ
http://www.senshu-u.ac.jp/news/news_2008/090323_teach_alt.html
- [3] 大曾根匡、「コンピュータの歴史探訪」、情報科学研究、No.30、pp.79-99、2009年
- [4] 魚田勝臣編著、大曾根匡、綿貫理明他、『コンピュータ概論—情報システム入門第5版』、共立出版、2010年
- [5] 望月敏男、砂原由和、“「ネット・メディア時代の子どもとコミュニケーション」の開発と実施”、専修大学情報科学研究所所報、No.75、pp.33-45、2011年2月
- [6] 竹内乙彦、「図説そろばん」、共立出版(1989)。
- [7] 秤乃館 Web サイト、
http://www4.airnet.ne.jp/sakura/hakari/hakari_fr01.html
- [8] 計算尺推進委員会 Web サイト、
http://www.pi-sliderule.net/
- [9] タイガー手廻計算器資料館 Web サイト、
http://www.tiger-inc.co.jp/temawashi/temawashi.html
- [10] Computer Historical Museum Web Site,
http://www.computerhistory.org/
- [11] IPSJ コンピュータ博物館 Web サイト、
http://museum.ipsj.or.jp/
- [12] 専修大学経営学部編、『戦後日本の企業経営と経営学—専修大学経営学部30年史—』、専修大学経営学部、1994年3月10日
- [13] 大曾根匡、綿貫理明、「情報科学研究所設立30周年記念座談会の記録—情報科学研究所の起源と発展—」、情報科学研究、No.31、pp.1-23、2010
- [14] H.ゴールドスタイン(末包良太、米口肇、犬伏茂之訳)、『計算機の歴史』、共立出版、1979
- [15] J.シャーキン(名谷一郎訳)、『コンピュータを創った天才たち』、草思社、1989
- [16] 星野力、『誰がどうやってコンピュータを創ったのか?』、共立出版、1995
- [17] A.R.マッキントッシュ、「コンピュータの真の発明者アタナソフ」、サイエンス、pp.30-40、1988年10月
- [18] クラーク・R・モレンホフ(最相力、松本泰男共訳)、『ENIAC神話の崩れた日』、工業調査会、1994
- [19] 岡崎文次、「わが国最初の電子計算機—FUJICの一生—」、bit Vol.3、No.12、共立出版、1971年
- [20] 岡崎文次、「わが国初めての電子計算機F U J I C」、情報処理、Vol.15、No.8、pp.624-632、1974年8月
- [21] 岡崎文次、「電子計算機のあれこれ」(『戦後日本の企業経営と経営学』第6章)、専修大学経営学部編、1994
- [22] 最相力、「日本人の手になる最初の電子計算機1、2」、bit Vol.29、No.5、No.6、共立出版、1997年
- [23] チャールズ・マーレイ(小林達監訳)、『スーパーコンピュータを創った男 世界最速のマシンに賭けたシーモア・クレイの生涯』、廣済堂出版、1998
- [24] 嶋正利、「マイクロプロセッサの発展と将来」、情報処理、Vol.34、No.2、135-141頁、1993年2月
- [25] アラン C. ケイ(浜野保樹監修、鶴岡雄二訳)、『アラン・ケイ』、アスキー出版局、1992年3月
- [26] リーナス・トーバルズ、デイビッド・ダイヤモンド(風見潤訳、中島洋監修)、『それがぼくには楽しかったから』、小学館プロダクション、2001
- [27] ACM プレス編(村井純監訳、浜田俊夫訳)、『ワークステーション原典』、アスキー出版、1990
- [28] マイケル・ヒルツィック(エ・ビスコム・テック・ラボ監訳、鴨澤眞夫)、『未来をつくった人々 ゼロックス・パロアルト研究所とコンピュータエイジの黎明』、毎日コミュニケーションズ、2001
- [29] 星野力、『甦るチューリング コンピュータ科学に残された夢』、NTT出版、2002年10月
- [30] 日本アイ・ビー・エム株式会社、『コンピュータ発達史』、1988年10月
- [31] 日本アイ・ビー・エム株式会社、『情報処理産業年表』、1988年10月
- [32] 日本ユニシス株式会社、『コンピュータ関連資料』、1995年10月
- [33] 梅田望夫、『ウェブ進化論』、ちくま新書 582、筑摩書房、2006
- [34] Giorgio Buttazzo, "Artificial Consciousness: Utopia or Real Possibility", IEEE Computer, pp.24-30, July 2001.
- [35] レイ・カーツワイル(田中三彦、田中茂彦訳)、『スピリチュアル・マシーン—コンピュータに魂が宿るとき』、翔泳社、2001年5月(原書1999年)
- [36] 喜多村直、『ロボットは心を持つカーサイバー意識論序説—』、共立出版、2000年11月
- [37] 瀧寛和、石川幹人、伊藤昭、岡夏樹、「機械は心を持てるか」、情報処理、Vol.43、No.1、pp.57-65、2002年1月
- [38] 前田英作、南泰浩、堂坂浩二、「妖精・妖怪の復権—新しい「環境知能」像の提案—」、情報処理、Vol.47 No.6、pp.624-640、2006年6月
- [39] Stephen Bryant, "The story of the Internet", Penguin Readres, 2000
- [40] Katie Hafner, Matthew Lyon(加地永都子、道田豪訳)、『インターネットの起源』、アスキー、2000年7月
- [41] Neil Randall(村井純監訳)、『インターネットヒストリー オープンソース革命の起源』、オライリー・ジャパン、1999年6月
- [42] 坂村健、『ユビキタス・コンピュータ革命—次世代社会の世界標準』、角川書店、2002年6月

謝辞

情報科学研究所平成23年度情報科学研究所共同研究助成「教員免許講習教材作成：計算の原理と情報技術の進歩」に感謝する。