

大規模 CBT の実現のための課題と解決策

松浦 敏雄¹

概要：文部科学省が公募した大学入学者選抜改革推進委託事業（平成 28～30 年度）のうち、情報分野は、大阪大学が東京大学および情報処理学会と共に提案した「情報学的アプローチによる『情報科』大学入学者選抜における評価手法の研究開発」が採択された。本研究は、このプロジェクトの一部を構成するものであり、多数の受験者に対して CBT(Computer Based Testing) による大学入試を実現する際の課題を明らかにし、その解決策を提案する。本プロジェクトは、個々の大学における教科「情報」の入試を研究の対象としているが、本稿では、個別大学に止まらず全国規模の CBT を視野に入れて、主として技術的観点から議論する。また、対象科目も「情報」に限定せず、全科目での実施を想定して議論する。提案する解決策としては、現在行われている入試と同様に、受験者全員に同時に同じ問題を出題する方法に対して 2 つの案を示し、受験者ごとに異なる問題を課す方法に対しても考察している。

キーワード：大学入試, 「情報」入試, CBT(Computer Based Testing), 大規模 CBT, peer-to-peer

Issues and Solutions for Realizing Large Scale Computer Based Testing

MATSUURA TOSHIO¹

Keywords: University entrance examination, Entrance examination for Informatics, CBT(Computer Based Testing), Large Scale CBT, peer-to-peer

1. はじめに

文部科学省は、高大接続システム改革の一貫として、大学入学者選抜改革推進委託事業（平成 28～30 年度）として人文社会、理数、情報、主体性等の 4 つの分野について公募した。このうち情報分野は、大阪大学が東京大学および情報処理学会を連携機関等として提案したものが採択された。提案した企画題目は「情報学的アプローチによる『情報科』大学入学者選抜における評価手法の研究開発」（以下、本プロジェクト）である。

本プロジェクトは、次期学習指導要領をもとに初めて実施される 2025 年度入試での実施を目指しており、その入試では、特に「思考力・判断力・表現力」を評価することが求められている。また、自ら問題を発見し、答えが一つに定まらない問題に解を見いだしていく能力を評価するこ

とも求められている。本プロジェクトでは、大学生および高校生を対象として、小規模ながら CBT による模擬試験を実施し、試験中にプログラムを実行できる環境を与えるなど、CBT ならではの問題も取り入れている。

本プロジェクトでは、大学毎の個別入試を想定しているが、それでも、学科レベルの小規模な入試から、学部レベルの中規模なもの、さらには、大学全体の大規模なものまであり、対象とする受験者数は、数百人レベルから数千人以上におよぶものもある。教育用の計算機端末が一つのネットワークに収容されており、受験者数が端末台数内に収まるならば、比較的容易に CBT システムを構築できると思われる。しかし、千台を超える端末数を有している大学はわずかであるので、この規模を上回る学部レベル以上の入試を実施する場合は、多くの大学で入試のために新たな端末の調達が必要となる。

本研究では、学部レベル以上から全国規模（受験者数 50 万人程度）の入試も視野に入れた大規模な CBT の実現の

¹ 大阪市立大学
Osaka City Univ., Sugimoto, Osaka 558-8585, Japan

ための課題を明らかにし、さらにその解決策を提案する。

本稿では、まず、2章で主として技術的な視点から CBT を用いた大規模な入試を実施する際の課題を明らかにする。この課題に対して、現状の大学入試センター試験のように、同時に受験者全員に同じ問題を出題する入試方法に対して、3章および4章で2つの異なる解決策を提案する。さらに、5章では、受験者ごとに異なる問題を課す方法での実施方法についても考察している。

2. 大規模 CBT システムの実現に向けた課題

本節では、一つの大学の学部レベル、もしくは、全国レベルの大規模 CBT システムを実現する際の課題を列挙する。

(1) 試験問題等の安全な配信

最も重要な課題として試験問題および解答が不正に閲覧できないようにすることが求められる。試験問題を他に漏れることなく受験者に確実に届ける方法、および、受験者の解答を改ざんされることなく収集する方法を見いださなければならない。そのほか、受験者番号一覧、端末およびネットワークの設定に関する情報など試験を実施するうえで必要となる付加的な情報も適切に配信する必要がある。

(2) 外部からの影響の排除

試験中に、受験者が使用する端末が、外部とつながるネットワークに接続している場合は、DoS 攻撃などの外部からの妨害を排除しなければならない。また、試験に関係しないネットワークトラフィックの影響も考慮する必要がある。

(3) 公平な受験環境

端末の処理速度、メモリ容量、ディスプレイの解像度や表示面積、LAN の実効速度、マウスの操作性などは受験者にとって問題文の読解や解答の入力に影響する可能性がある。したがって、すべての試験会場で端末等の基本性能に起因する差異がないようにしなければならない。

(4) 端末の電源確保

受験者が使用する端末が試験終了時まで動作し続けるだけの電源を確保しなければならない。

(5) 受験者等による不正行為への対策

カンニングや試験を妨害する行為として、例えば受験者が使用する端末を外部のネットワークに接続する行為や、教室内あるいは試験会場の近傍に持ち込んだスマートフォンやノートパソコン等の不正な端末をネットワークに接続する行為が考えられる。

(6) 試験中の端末等の不具合への対策

端末のハードウェア故障、OS のハングアップなどのソフトウェア故障、および、試験中のネットワークの不具合による解答データの消失などは、極力その発生を抑制するとともに、万が一不具合が発生した場合でも、受験者に不利益がないような対処方法を用意しておかなければなら

ない。

(7) 運営等のスケジュール

定められた期日に試験を実施できるように、端末の設定や試験問題の配信など準備作業は余裕を持って一定期間内に終える必要がある。

3. 解決策 1

ここでは、2章で挙げた課題に対する一つ目の解決策を示す。3.1 節では、課題の解決策を提案し、3.2 節でその具体的実現方法を示す。

3.1 課題への対策

3.1.1 試験問題の安全な配信

既に述べたように、CBT システムが取り扱う最も重要な情報は、試験問題、および、受験者の解答である。これらの情報は暗号化して内容が漏えいすることを防ぐ。

試験問題は暗号化した状態で事前に試験全体を統括する試験本部から、各大学等の実施本部^{*1} に送付する。実施本部では、試験前日までに各教室の受験者用端末へ暗号化した状態の試験問題を格納する。復号するための鍵は試験開始の直前に各教室の監督者用端末から配信する。各受験者の解答は暗号化したまま各教室の監督者用端末に蓄積して回収する。試験終了後に実施本部から試験本部へ暗号化したままの状態の解答を転送する(図1)。

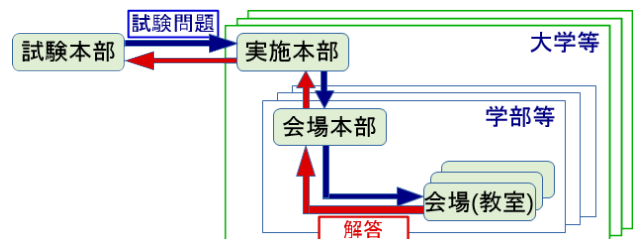


図1 CBTによる入試実施体制

なお、大規模 CBT システムが取り扱う主な情報には試験問題と解答に加えて、試験に必要なアプリケーションプログラム、端末の更新に必要なパッチやシステムイメージ等もあるが、これらについては3.2.3 節で述べる。

3.1.2 外部からの攻撃への対策

一般に外部とつながるネットワークに接続している場合は、DoS 攻撃など外部からの攻撃を完全に防ぐことは難しい。この対策としては、試験中は広域ネットワークに接続しないか、もしくは、完全に閉鎖的なネットワークを構築するかのいずれかしかない。後者の方法については、4章で述べる。以下、前者の方法について議論する。試験中の受験者用端末はスタンドアロンで動作することになるが、トラブルに備えた試験中の解答のバックアップ、および、

^{*1} 実際には、各学部などの試験会場毎に会場本部を設置することになるが以下の議論では実施本部と会場本部を明確に区別しない。

試験終了後の解答の回収を容易に行える仕組みが必要であるため、教室ごとに（必ずしも教室と完全に一致する必要はないが）閉じたネットワーク（以降、教室ネットワークと呼ぶ）を構築する。教室ネットワークは、端末の動作状況の監視にも使用する。なお、広域ネットワークから独立した教室ネットワークを構築する方法については3.2.1節で述べる。

3.1.3 公平な受験環境

公平な受験環境を実現するには、受験者が使用する端末をどうするかが問題となる。受験者が使用する受験者用端末として次の3通りが考えられる。

- (1) 受験者自身が所有する端末
- (2) 試験会場で普段使用している既存の端末
- (3) 入試用に新たに導入する端末

以下では、これらの3つの方法について考察する。(1)は、端末の基本性能が不統一であり、不公平感が払拭できない。また、受験者が持ち込んだ端末のシステムをそのまま使わせると、容易に不正行為が行えるので何らかの対策が必要である。この対策としては、以下の方法が考えられる。

(対策1) 仮想デスクトップ基盤 (VDI) を用いる方法

(対策2) USB bootable なシステムを利用する方法

対策1では、VDIを利用することで受験環境を統一することは可能であるが、VDI自体のコスト（ネットワーク設備を含む）が大きいこと、および、ベースシステム（受験者が持ち込んだPCのOSおよびその上のアプリケーションソフトウェア）を利用した不正行為を防ぐのは難しいという問題がある。対策2でも、受験環境を統一できるが、受験者数分のUSBメモリを用意し、トラブルなくすべてを動作させ、回収することは困難と思われる。

(2)の問題点を以下に示す。

(問題点1) CPUの性能、メモリサイズ、画面のサイズなど基本性能をすべての会場で統一させることは困難であり、不公平感が否めない。（特に画面サイズは影響が大きい）

(問題点2) ネットワークの容量、安定性も各会場（大学等）によって異なり、試験実施日に学内のネットワークトラフィックを止めることは不可能と思われるので、この影響も会場によって異なる。

(問題点3) 各大学の責任でシステムの設置・調整を行うことになるが、すべての大学でミスなく適切な設定を行うことは極めて困難と思われる。

以上の点から、受験者用端末としては、(3)の方法、すなわち、入試用に新たな専用端末を設計し導入するしか解決方法はない。

ここで想定する専用端末は、ChromeBookのような単機

能なパソコン*2であり、ブラウザの代わりに入試用アプリケーションプログラムを実行させることを想定している（ブラウザを用いるという選択肢もあり得る）。専用端末を用いることで、不公平感は払拭でき、不正行為への対策も容易となる。

*入試専用端末の有効活用

入試専用として端末を導入する場合、そのコストが問題となるが、以下の条件を満たせば、入試期間以外は、各大学等の会場側で自由に利用することも可能である*3。

自由に利用する場合、入試の前に専用端末を初期化（ディスクイメージをオーバーライト）する必要があるため、各大学側では、必要があればその時点のシステムをバックアップし、入試終了後に元に戻す必要がある。バックアップが必要であれば（適切な運用をすればバックアップは必要ない）、入試終了後に、各大学で運用するためのディスクイメージで初期化するだけで良い。このためには、入試前の専用端末の初期化のプロセスをそのまま用いることができるので、追加コストは不要である。

3.1.4 電源の供給方法

受験者用端末の電源としては商用電源あるいは内蔵バッテリーが考えられるが、すべての試験会場の教室に端末台数分の電源コンセントを用意するのが望ましいが、電源容量や工事の負担を考えると容易ではない。したがって、多くの場合、受験者用端末は内蔵バッテリーにより駆動させることになるだろう。内蔵バッテリーは終日試験で使用することを想定して十分な容量が必要である。しかし、バッテリーが劣化している可能性もあるので、試験中のバッテリー状態は監督者用端末により監視し、残量が一定水準まで低下した場合は試験監督が代替バッテリーを接続する*4などして試験を継続する仕組みを用意しておく必要がある。

3.1.5 受験者による不正行為への対策

不正対策として紙ベースの試験と同様に、各教室に複数の試験監督を配置する。試験監督は、受験票に基づく本人確認、所持品の持ち込み制限、携帯電話等の使用制限や入退室の制限などを実施する。

CBTによる試験の場合、カンニングや試験を妨害する行為としてはモバイルルータなどを用いて受験者が使用する端末を広域ネットワークに接続する行為や、教室内あるいは試験会場の近傍に持ち込んだスマートフォンやノートパソコン等の不正な端末を教室ネットワークに接続する行為が考えられる。これらに対してネットワークに接続された複数の監督者用端末を用いて受験者端末の監視を行う。監督者用端末は同じ教室内ネットワークに接続している受

*2 15inchの端末1台当たりの価格は現状で4万円程度。

*3 あるいは、試験の終了後、例えば、BYODのためのパソコンとして、受験者に貸与もしくは譲渡することも考えられる。

*4 バッテリーはUSBインタフェース等を介して接続するものを想定している。

験者端末の情報を取得し、あらかじめ教室ごとに用意された端末リストと比較して不正な接続がないかを常時監視する*5。

受験者用端末にモバイルルータなどマウス以外の周辺機器を接続できなくするため、BluetoothやUSB*6などのインターフェイスが本体に内蔵されている場合はその機能を無効化させる。また、ショートカットキーを用いて実行中のプロセスを停止するなどの特権操作を無効にするほか、試験に必要なアプリケーション以外は起動できないようにしておく必要がある。

3.1.6 試験中の端末等の不具合への対策

端末のハングアップなど試験中に不具合が生じてても試験を継続できるようにするために、試験中の解答等を常時バックアップする必要がある。試験に使用する端末を交換した場合もバックアップから短時間でそれまでの解答を戻すとともに、端末の交換や復旧に要した時間を含めて受験者の不利益がないようにしなければならない。このため、教室に設置した端末は教室ごとに構築する閉じたネットワークに接続して、試験中の解答等をバックアップする。バックアップのために、教室ネットワーク毎に(複数台の)サーバを置く方法も考えられるが、サーバのトラブルや管理の手間を考えると現実的でない。そこで、時々刻々と変化する受験者の解答をバックアップするために、P2P(Peer-to-peer)システムを利用したオーバーレイネットワークを構築する。バックアップの方法の詳細については3.2.1節で述べる。

3.2 解決策1の実現

前述した課題とその対策に基づいて、CBTシステムを実現する際に特に考慮すべき点について詳述する。

3.2.1 教室ネットワークの構成方法

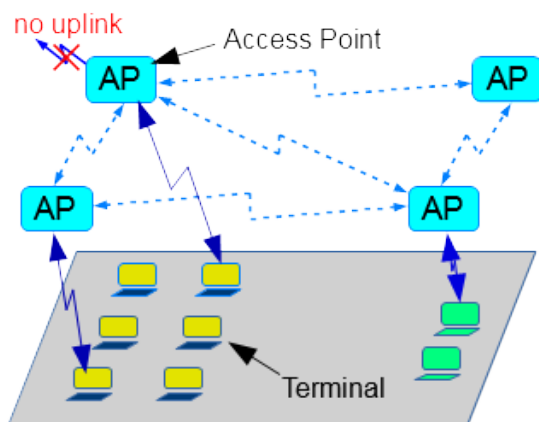


図2 教室ネットワークの構成

試験期間中の各受験者の解答データを常時バックアップするため、および、受験者用端末の状態の監視のために、教室ごとに閉じたネットワークを構築する(図2)。

* アクセスポイントの機能

教室ネットワークは無線LANを用いることを基本として、電波強度や干渉、輻輳などに配慮しつつ、またアクセスポイントの故障も考慮して複数のアクセスポイントを設置する。教室ネットワークの各アクセスポイントは無線で相互に接続するのみであり、uplinkは接続しない。

アクセスポイント間で、無線LANを通して接続端末からの負荷に対してロードバランス機能を有するものとする。また、アクセスポイントが故障した際には、接続していた端末を自動的に残りのアクセスポイントに切り替えて、継続して利用できる機能を有するものとする*7。

* バックアップと解答の回収

受験者の端末がハングアップなどの不具合が生じた場合は新しい端末と交換して、バックアップから解答データ等を復元して試験を継続する。また、監督者用端末は各端末のバッテリー残量や起動しているアプリケーションなど動作状況のほか、不正な端末の接続を常時監視する。

解答データ等をバックアップする方法として、教室ネットワーク毎にサーバを設置してデータを一元管理する方法が考えられるが、この方法ではサーバがボトルネックとなる。また、全国規模の入試を考えた場合、端末ネットワークの数は1万程度になり、それらがすべて故障なく動作することは極めて困難と予想される。

そこで本稿ではP2P(Peer-to-peer)ネットワークを用いる方法を提案する。P2Pネットワーク上にDHT(Distributed Hash Table)等を用いたKey-Valueストアを構成し、各受験者の解答データを時々刻々と保存する。何らかの不具合が発生した場合は、端末を交換したのち、Key-Valueストアから解答データを回復し、試験を継続する。試験の終了後は、Key-Valueストアから全員の解答データを監督者用端末に回収する。P2Pシステムでは、データの複製を維持するなど、故障対策を予めシステムに取り組んでいるので、耐故障性に優れている*8。

端末が教室ネットワークに接続する際、隣接する他の教室のネットワークに接続しないように教室ごとのアクセスポイントに異なるSSIDを割り当てておくとともに、各端末には設置する教室のSSIDだけを事前に設定しておくこととする(3.2.3参照)。

*5 バッテリーの残量監視機能も含めた、教職員が簡単に利用できる監視ツールを開発する必要がある。

*6 後述のように、2次のバックアップとしてUSBメモリを用いる場合はUSBインターフェイスの無効化はできない。

*7 現時点で、このような機能を有するアクセスポイントは見当たらないが、数年以内に実現可能と思われる。

*8 さらに、無線LANのアクセスポイント等のハードウェア故障による教室ネットワークの停止に備えて、受験者用端末にUSBメモリを接続し、時々刻々の解答データを、2次のバックアップとしてUSBメモリにも保存しておくことも考えられる。

3.2.2 端末の機能および基本性能

受験者用端末として備えるべき基本性能および機能について考察する。入試という状況では、高い CPU 性能を要求されることはあまりなさそうである。しかし、ディスプレイの解像度と大きさは重要である。十分な解像度と表示面積のディスプレイを持ち、スムーズな日本語入力が可能なキーボードとマウスを備えたデスクトップパソコンもしくはノートパソコンが望ましい。タブレット端末は、表示面積が小さいものが多く、ソフトウェアキーボードを使用する場合は画面の一部にキー配列が表示されるため使用可能な表示領域が狭まるなど使い辛い面もあり推奨しない。これらを踏まえて、専用端末には以下の機能および基本性能を備えるものとする。

- (1) プレインストールする OS 受験者用端末として試験に必要なアプリケーションのみが動作すればよい。したがって OS の種類は問わないが、カスタマイズの容易性およびコストの面から UNIX もしくは Linux を採用するのが適切と考える。開発の容易さ考慮すると、オープンソースの Chromium OS^[12] などが第一の候補であろう。
- (2) 入力デバイス 文章による解答の入力や CBT の特性を生かした試験問題への解答をスムーズに行うため、キーボードとマウスを標準として備えること。
- (3) ディスプレイ 受験者が端末の操作に煩わされることのない十分な解像度と表示面積を備えること*9。
- (4) 外部接続インターフェイス マウスを接続するためのインターフェイスを備えること。マウス以外の周辺機器を接続できなくするため、Bluetooth などのインターフェイスは装備しないこととし、本体に内蔵されている場合は機能を無効化させること。
- (5) ネットワーク 後述する端末の初期設定および試験中のバックアップ等のために無線 LAN (もしくは有線 LAN) を備えること。
- (6) アプリケーション 受験者用端末として試験に必要なアプリケーションがプレインストールされており、これ以外はインストールしない。
- (7) その他 試験問題に動画が含まれる場合は動画再生時に用いるイヤホン端子を備える必要がある。

3.2.3 端末の初期設定

受験者用端末の充電および初期設定作業を行うため、各実施本部もしくは各会場本部に充電設備^[19]を備えた施設(準備室と呼ぶ)を設置する。準備室には準備室サーバを設置し、受験者用端末の初期設定に必要な以下の情報を受験者用端末に配信するための設定用ネットワークを構

築する。

- (1) 暗号化された試験問題 (試験で用いる画像、映像、Web ページ等を含む)
- (2) 受験用アプリケーションプログラム*10
- (3) 教室毎の受験者番号一覧表
- (4) 教室ごとの端末表
- (5) 教室ごとの SSID 割り当て表
- (6) 受験用端末のシステムイメージ (CBT システムを構成するのに必要なソフトウェアを含む)
- (7) 受験用端末の更新に必要なパッチ

* 端末の自動設定

受験用端末は、OS がプレインストールされており、MAC アドレスなどを用いて自動生成された、個々の端末ごとに異なるホスト名と、あらかじめ定められた設定用ネットワークの SSID が設定されて、納品されるものとする。OS や受験者用アプリケーション等の更新用のパッチは、電源投入時に起動する初期設定スクリプトによって自動的に当てる^[20]。このための初期設定スクリプトもプレインストールされているものとする。初期設定スクリプトは、自身のパッチレベルと、準備室サーバの所定の場所に置かれたパッチを比較し、必要なパッチを自動的にあてる。この仕組みによって、業者から納品された受験用端末の電源を入れるだけで、最新のシステムで受験に必要な全ての情報が設定されることになる。ただし、暗号化された試験問題を復号するための鍵を除く。

初期設定スクリプトは上記のパッチ更新以外に、以下の作業を自動的に行う。教室ごとの端末表を用いて端末を設置する教室を特定する。教室ネットワークの SSID は教室ごとの SSID 割り当て表を準備室サーバから取得して、設置する教室の SSID を設定する。ただし、端末に不具合が生じた際の代替となる予備機には SSID を設定せず、端末を設置した際に試験監督が教室番号等を入力して教室ごとの SSID 割り当て表から SSID を特定する。

ユーザ認証に必要な教室ごとの受験者番号一覧を準備室サーバから取得する。この一覧に掲載された受験者のみがこの端末を利用できる。

4. 解決策 2

ここでは、2つ目の解決策として、閉じた広域ネットワークを利用した方法を提案する。提案する解決策 2 は、解決策 1 で示した教室ネットワークを用いたバックアップと解答回収の方法を置き換えるものであり、それ以外の点 (例えば、使用する端末等) については、解決策 1 で示した解決策をそのまま用いる。

一般に外部とつながるネットワークに接続している場合

*9 ストレスなく問題に解答するには、20 インチ以上の画面サイズが望ましいが、ノートパソコンでの対応は難しい。それでも、本プロジェクトでの模擬試験の経験から最低限 15 インチ以上のサイズは必要と思われる。

*10 必要ならば、受験時に使用する (動画再生などの) アプリケーションプログラムを含む

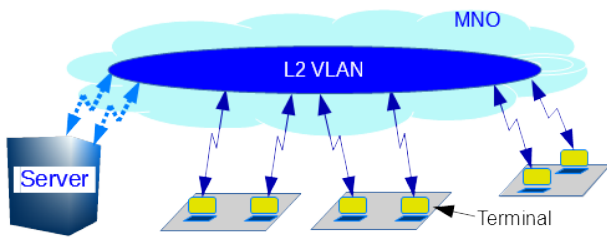


図3 MVNOによるネットワーク構成

は、DoS 攻撃など外部からの攻撃を完全に防ぐことが難しい。3章では試験中はインターネットに接続しない方法を提案したが、もう一つの方法としてインターネットから独立した閉じたネットワークを構築する方法が考えられる。MVNO (Mobile Virtual Network Operator, 仮想移動体通信事業者) のように移動体通信事業者 (MNO: NTT ドコモ, au, SoftBank 等) から通信回線網を借用して独自の閉じた L2 ネットワークを構築することができる。

大規模 CBT システムのために構築した独自の閉じたネットワークにすべての端末を接続する。この場合、すべての端末がサーバ (群) と直接接続するためサーバ (群) にアクセスが集中するが、ロードバランサーで容易に負荷分散が可能である^{*11}。試験問題は受験者用端末を教室に設置する作業中に配信すればよく、解答は試験中にサーバに書き込まれたデータを試験本部で集約すればよいので、大規模に実施する場合でも同時アクセスに十分耐えられると思われる。

この方法でも、受験者用端末の電源の問題は残るが、教室ネットワークの構築が不要であるというメリットは大きい。

5. 考察

解決策 1 では、端末を收容する教室ネットワークの構築方法に関して、現状の技術レベルでは未解決の点が残されている。しかし、これは、要求仕様を明確に示せば、比較的短期間で解決できるものと思われる。

電源の供給問題については、解決策 1 および解決策 2 のいずれにも共通の重要な問題である。しかし、最近、消費電力の少ないパソコンも登場しつつあるので、このあたりの技術的発展を期待したい。

本稿では、現状の大学入試センター試験と同様に、受験者全員に同時に同じ問題を出題する入試方法について検討してきた。一方で、IT パスポート試験^[14]や医療系大学間共用試験^[15]など、既に多方面で CBT が実施されている。既に実施されている CBT の多くは、項目応答理論 (IRT: Item Response Theory) に基づいており、予め難易度の分

^{*11} 前述の方法と同様に、試験中はバックアップ以外には、ネットワークを使用しないならば、試験中の受験者用端末は、バックアップデータをサーバに書き込むだけであり、しかもそれぞれ独立したデータであるので、排他制御の必要もない。データの読み込みは端末に不具合が生じた場合に限られる。

かっている多数 (数千以上) の小問群を用意し、そこから選択的に出題する形式が用いられている。IRT では、受験者毎に異なる問題を出題することが可能であり、同じ時刻に一斉に受験する必要がない。

IRT 方式で入試を実施できれば、複数回に分散した入試が可能であり、また、試験の途中でパソコンが故障した場合でも、試験をやり直すことができるので、バックアップ体制も必要がないなどメリットが大きい。この方式では、既存の CBT の試験会場を借りて入試を実施することも可能である。

6. むすび

本項では、大規模 CBT システムの実現方法について、従来通りの全受験者に同時に同じ問題を出題する方法に対して、2つの解決策を示した。いずれの方法も直ちに実現できる訳ではないが、今から周到に準備を進めていけば、2025 年度までに実現可能ではないかと思われる。最後に示した受験者毎に異なる問題を課す方法は、技術的な観点からは容易に実現できる。しかし、文部科学省が目指している 2020 年に向けた入試改革では、思考力・判断力・表現力を問う問題を出題することに重点が置かれている。現在実施されている IRT の多くは、知識を問う問題がほとんどであり、文部科学省が掲げる基本方針とは相容れない。思考力・判断力・表現力を問うような小問を、しかも大量に作れるのかという課題が残されている。

謝辞 本研究の一部は文部科学省大学入学者選抜改革推進委託事業 (情報分野) の支援によるものである。本稿をまとめるにあたり、以下の方々にインタビューさせて頂き、貴重なご意見を頂いた。株式会社 Mokha 社長 安東孝二氏、京都女子大学 教授 宮下健輔氏、さくらインターネット株式会社 滝島繁則氏、株式会社 IJ 神田篤史氏、株式会社 シー・オー・コンヴ 社長 丸山伸氏、株式会社ハイシンク創研 中村真氏他、ヤマハ株式会社 小池田恒行氏他。

参考文献

- [1] 文部科学省: 高大接続改革, http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/koudai/ (2019 年 1 月 22 日確認)。
- [2] 文部科学省: 大学入学者選抜改革推進委託事業, http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/senbatsu/1397824.htm (2019 年 1 月 22 日確認)。
- [3] 情報学的アプローチによる「情報科」大学入学者選抜における評価手法の研究開発, <http://www.uarp.ist.osaka-u.ac.jp/> (2019 年 1 月 22 日確認)。
- [4] 西田知博ほか: 「情報科」大学入学者選抜における CBT システムの研究開発, 情報教育シンポジウム論文集, 2017, 28, pp.182-187 (2017)。
- [5] 松浦敏雄ほか: 教科「情報」における CBT のための問題作成支援機能の実現, 2017 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集, 2017 (2017)。
- [6] 仲林清ほか: 標準規格に準拠したオンラインテストングシステム, 日本教育工学会論文誌, 29, 3, pp.299-307

- (2006).
- [7] International Test Commission: International Guidelines on Computer-Based and Internet Delivered Testing, <https://www.intestcom.org/> (2019年1月22日確認).
 - [8] 寺田真敏ほか: 特集「DoS 攻撃」, 情報処理, 54, 5, pp.426-499 (2013).
 - [9] 近藤裕司ほか: 既設のパソコン教室を借用して実施する大規模な CBT の実現方法, 情報学, 004, 2 (2007).
 - [10] 安倍広多ほか: 仮想計算機を用いた WindowsLinux を同時に利用できる教育用計算機システムとその管理コスト削減, 情報処理学会論文誌, 43, 11, pp.3468-3477 (2002).
 - [11] 丸山伸ほか: Virtual Machine を活用した大規模教育用計算機システムの構築技術と考察, 情報処理学会論文誌, 46, 4, pp.949-964 (2005).
 - [12] The Chromium Projects, <https://www.chromium.org/chromium-os> (2019/01/22 確認).
 - [13] 千葉大作ほか: KNOPPIX によるセキュアな Computer Based Testing の実践, 情報科学技術フォーラム一般講演論文集, 3, 4, pp.339-340 (2004).
 - [14] 独立行政法人 情報処理推進機構, IT パスポート試験, <https://www3.jitec.ipa.go.jp/JitesCbt/index.html> (2019/1/22 確認).
 - [15] 社団法人医療系大学間共用試験実施評価機構, <http://www.cato.umin.jp/> (2019/1/22 確認).
 - [16] 為末隆弘ほか: 山口大学における共用試験医学系 CBT への取り組み, 学術情報処理研究, 19, pp.19-22 (2015).
 - [17] シャープ株式会社: QX-C300 シリーズ, <http://www.sharp.co.jp/business/smartnetwork/products/qxc300.html> (2019年1月22日確認).
 - [18] アルバ: アルバ インスタント AP, <http://www.arubanetworks.com/ja/iap/> (2019年1月22日確認).
 - [19] 株式会社内田洋行: ウチダ ノート PC 充電保管庫, <https://school.uchida.co.jp/index.cfm/21,662,76,317,html> (2019年1月22日確認).
 - [20] 齊藤明紀: 教育用大規模計算機システムにおける管理の省力化手法, 情報処理学会論文誌, 41, 12, pp.3198-3207 (2000).
 - [21] 佐野香ほか: Starting & Closing Standby Pages 方式によるオンライン定期試験, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, 103, 2003-CE-071, pp.43-49 (2003).
 - [22] 情報入試研究会, <http://jnsg.jp/> (2019年1月22日確認).
 - [23] 平成 31 年度大学入試センター試験について, <http://www.dnc.ac.jp/> (2019年1月22日確認).
 - [24] 久野靖: 思考力・判断力・表現力を測るには?, 情報処理, 58, 8, pp.733-736 (2017).