

令和元年9月4日現在

機関番号：34509

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K04853

研究課題名(和文) 肢体不自由大学生に対するPDFファイル利用デジタル教科書の適用・評価に関する研究

研究課題名(英文) Research

研究代表者

奥 英久 (OKU, HIDEHISA)

神戸学院大学・総合リハビリテーション学部・教授

研究者番号：30248207

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：紙媒体の教科書(印刷教科書)操作が困難な肢体不自由大学生とスポーツ外傷等により一定期間肢体不自由となる可能性がある健常学生に対して、印刷教科書の内容をPDF化し携帯情報端末で読む簡易形式のデジタル教科書の代替教科書としての有効性を実験的に評価した。この結果、障害大学生では障害が重度な場合、健常学生では一定期間に非利き手だけの操作となる場合に、それぞれデジタル教科書を印刷教科書よりも少ない精神的作業負荷で操作できることを明らかにした。また、代表的な諸外国と日本の大学における障害学生支援の状況を調査し、日本の大学における障害学生在籍率・障害学生支援部署の設置状況と支援内容等の課題を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高校まではデジタル教科書の効果が認められ2020年度から選択使用できるが、障害大学生に対するデジタル教科書の効果検証は不十分で提供も科目担当教員の裁量にゆだねられている。このような状況において、本研究は、従来の印刷教科書のPDFファイルを使用し簡単に作成可能なデジタル教科書を提案し、重度肢体不自由大学生および一時的に非利き手による操作が必要な健常大学生の代替教科書として有効であることを実験的に示した。さらに日本の障害大学生の支援状況を諸外国の大学調査結果と比較し、今後の課題を明らかにした。以上の成果は、大学におけるデジタル教科書の客観的な利用効果と課題を明らかにした点で意義深いと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The usability of print textbook and a digital textbook fabricated by PDF file of the print textbook was evaluated respectively by university students with physical disability and by non-disabled students in non-handedness. The result of the evaluation by physically disabled students indicated that they needed less mental workload when they used the digital textbook, depending on the severeness of their disability. The result of the evaluation by non-disabled students indicated that they needed less mental workload when they used the digital textbook in a non-handedness caused by temporary physical disabilities. Then, the situation of supporting disabled students in a few foreign universities were surveyed to compare those with Japanese situation. The results indicated Japanese universities have fewer number of the disabled students than foreign universities. The result also indicated that the system supporting the students with disability was insufficient in universities of Japan.

研究分野：福祉工学

キーワード：印刷物障害 障害大学生 デジタル教科書

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

#### (1) 大学における肢体不自由学生への支援状況

義務教育で使用される検定教科書とは異なり、大学など高等教育機関での教科書選定は科目担当者の裁量に任されている。現状では、視覚障害大学生への拡大教科書や点字教科書の提供、聴覚障害大学生へのノートテーカー配置等が一般化している。しかし、印刷教科書自体の取り扱いが困難な肢体不自由大学生に対しては、健常者と同じ印刷教科書と資料による受講が暗黙の原則とされ、その支援はほとんど手つかずである。

#### (2) 大学に在籍する障害学生の状況

日本学生支援機構の2014年度調査結果によると、障害学生が在籍する高等教育機関数は833校(四年生大学は619校)で、全学生数に占める障害学生数は0.44%と報告されている。これは欧米に比較して桁違いに少ない割合である。一方、日本は、2007年に署名した「障害者の権利に関する条約」を2014年1月に批准し、2016年度から社会のあらゆる分野における障害者差別が禁止されることになった。これに伴い、大学に障害学生支援室が設けられつつあるが、肢体不自由大学生への支援は、物理環境のバリアフリー化が主体で受講時の支援は上記のように十分な状況にはないため、2016年が迫る中で喫緊の課題となっている。

### 2. 研究の目的

#### (1) 印刷物障害の肢体不自由大学生に対するデジタル教科書の代替教科書としての有効性評価

本研究では、先行研究とは障害内容が異なる肢体不自由大学生を対象として、上記デジタル教科書の代替教科書としての有効性について評価実験を行い検討することを目的とした。加えて、提案したデジタル教科書が教育現場で簡便に制作できる可能性について検討することも目的とした。

#### (2) 健常学生が非利き手でデジタル教科書进行操作する場合の代替教科書としての有効性評価

研究の目的(1)で対象とする肢体不自由学生に加え、健常学生でスポーツ外傷あるいは交通事項等により一定期間だけ支援が必要となり利き手が使えない状況の学生を印刷物障害の肢体不自由学生と考え、印刷教科書の代替教科書としてのデジタル教科書の有効性について検討することを目的とした。

#### (3) 日本の大学と海外の大学における障害学生支援の状況比較

先行研究の経過を通じて明らかとなった、日本の大学に在籍する障害学生が少ないという状況について、これが日本の大学における固有の状況なのか、それとも海外の大学においても同様の状況なのかについて、障害学生の支援状況を含め可能な範囲で調査し、明らかにすることを目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 印刷物障害の肢体不自由大学生に対するデジタル教科書の代替教科書としての有効性評価

先行研究と同様に、印刷教科書と、印刷教科書と同じ内容のデジタル教科書を読む場合のメンタルワークロードをそれぞれ計測し、その結果を比較し有効性の差異を検討した。被験者は、先行研究と同じく、肢体不自由学生を対象とした。実験の手順を以下に示す。

- 1) 印刷教科書を5分間読む。
- 2) アンケートへ回答する形式でメンタルワークロードを計測する。
- 3) デジタル教科書を5分間読む。
- 4) アンケートに回答する形式でメンタルワークロードを計測する。
- 5)~8) 上記1)~4)を繰り返す。

実験は、外乱が入らないことを条件として、それぞれの大学における研究室などの個室で実施した。

実験用の印刷教科書としては、被験者が福祉系の学生であることから、難しさによる影響を与えないために、下記(実験書籍 )を使用した。

「福祉用具専門相談員研修テキスト」、中央法規出版株式会社(2015年)、総頁数:519頁(B5版)  
ここで、被験者の中で1名が住環境コーディネータの資格取得に向けて受験勉強していることから、本人の希望もあり、この被験者の印刷教科書を下記(実験書籍2)に変更した。

「福祉住環境コーディネータ検定試験2級公式テキスト」、東京商工会議所(2016年)、441頁(B5版)  
上記実験書籍 と実験書籍 の全頁をスキャナーで読み取ってPDFファイルに変換し、そのファイルをタブ

レット端末にインストールし、実験用のデジタル教科書として使用した。スキャナーによる読み取りは、今回の研究では教育現場で使用する場合の実用性も評価するため、以下の3機種で試行した。

- (1)ScanSnapS1500 (富士通): 書籍の全頁を切り離し頁単位で両面を読み取る。
- (2)ScanSnapSV600 (富士通): 書籍を見開きにして2頁単位で読み取る。
- (3)BOOK TURNER BT100 (カシオ): 自動頁めくり機能付でタブレットに直接読み込む。

タブレット端末としては、先行研結果との比較も行うことから、同じ機種である iPad を使用し、PDF ファイルを表示するアプリケーション・プログラムも先行研究と同じ iAnnotate を使用した。

アンケートは、人間が機器操作時に感じる主観的難易度を客観的に評価する手法として広く活用されている NASA-TLX (日本語版) で制作し、各教科書の操作終了直後に実施した。アンケートでは、まず6種類の評価項目(精神的要求・身体的要求・時間的圧迫感・努力・不満度・作業達成度)に対して主観的に感じる精神的作業負担を0~100(100に近いほど負担が大きく0に近いほど負担が小さい)の範囲で与え、次に6種類の各項目に対して被験者が重要と考える順に6~1の数値を寄与順位として与えた。

以上の得点と寄与順位から評価得点の重み付き平均値を算出し、これをメンタルワークロード計測値とした。

被験者を表1に示す。実験に際して、神戸学院大学倫理審査委員会の承認および各被験者の承諾を得た。

表1 被験者(肢体不自由学生)

基本情報			携帯情報端末使用歴		肢体不自由の状況		
	年齢	性別	スマートフォン	タブレット	*疾患	印刷物障害に関連する障害内容	使用福祉用具
1	22	男	72ヶ月	36ヶ月	PMD	上肢機能障害	電動車いす
2	22	男	72ヶ月	36ヶ月	CVA	左片麻痺、視覚・聴覚障害(左側)	杖
3	23	男	60ヶ月	6ヶ月	CP	両上肢機能障害	電動車いす
4	20	男	12ヶ月	0ヶ月	CP	軽度上肢障害	電動車いす
5	19	男	0ヶ月	0ヶ月	CP	軽度上肢障害	なし

\*疾患: PMD: 筋ジストロフィ、CVA: 脳血管障害、CP: 脳性麻痺

## (2) 健常学生が非利き手でデジタル教科書を操作する場合の代替教科書としての有効性評価

以下の手順で実験を行い、印刷教科書操作時とデジタル教科書操作時のメンタルワークロードを計測し、結果を比較してデジタル教科書の代替教科書としての有効性の有無について評価した。

- 1) 両手を自由に使用し印刷教科書を5分間読む。
- 2) アンケートへ回答する形式でメンタルワークロードを計測する。
- 3) 両手を自由に使用しデジタル教科書を5分間読む。
- 4) アンケートに回答する形式でメンタルワークロードを計測する。
- 5) 非利き手だけを使用し印刷教科書を5分間読む。
- 6) アンケートへ回答する形式でメンタルワークロードを計測する。
- 7) 非利き手だけを使用しデジタル教科書を5分間読む。
- 8) アンケートに回答する形式でメンタルワークロードを計測する。

印刷教科書とデジタル教科書は、研究の方法(1)と同じものを使用した。メンタルワークロードも、研究の方法(1)と同じアンケートを使用して計測した。被験者は表2に示す24名(男女の学生各12名)とした。実験実施について、神戸学院大学倫理審査委員会の承認と各被験者の承諾を得た。

表2 被験者(健常学生)

男性被験者				女性被験者			
	年齢	携帯情報端末使用歴(ヶ月)			年齢	携帯情報端末使用歴(ヶ月)	
		携帯電話	タブレット			携帯電話	タブレット
M01	19	48	0	F01	19	48	0
M02	19	48	0	F02	19	48	0
M03	19	48	0	F03	20	14	12
M04	19	48	0	F04	20	50	0
M05	21	14	0	F05	19	24	0
M06	20	30	2	F06	20	48	24
M07	20	50	0	F07	19	55	0
M08	20	50	0	F08	20	57	0
M09	20	16	1	F09	20	57	0
M10	20	48	0	F10	21	63	1
M11	21	57	0	F11	19	40	2
M12	24	76	72	F12	19	40	0

(3) 日本の大学と海外の大学における障害学生支援の状況比較

海外の大学として表3に示す3カ国5大学(1~5)を調査した。これらの調査では、正確を期するため、訪問先の了解を得た後、質問票送付による訪問前調査を行い、訪問時に確認と追加質問を行った。一方、日本の大学における障害学生支援の状況については、(独立行政法人)日本学生支援機構(JASSO)による「障害のある学生の修学支援に関する実態調査結果報告書」(平成17年度~平成30年度)を参考にするとともに、北海道大学特別学修支援室と立命館大学障害学生支援室の調査結果および関連文献調査の結果を参考にした。

表3 調査した大学

No.	大学名 (英語名;略称)	所在地		運営	障害学生を支援する部署
		国	キャンパス		
1	カリフォルニア大学バークレー校 (University of California Berkeley; UCB)	米国	California州 Berkeley	州立	障害学生支援センター (Disabled Students Program)
2	リーズ大学 (University of Leeds; UL)	英国	West Yorkshire州 Leeds市	国立	支援福祉部門の障害学生サービス (Disability Services)
3	メルボルン大学 (The University of Melbourne; UM)	豪州	Victoria州 Melbourne	州立	学生支援と障害サービス (Student Equity and Disability Services)
4	ビクトリア大学 (Victoria University; VU)		Victoria州 Melbourne	公立	障害&アクセシビリティ・サービス (Disability & Accessibility Services)
5	モナシュ大学 (Monash University; MU)		Victoria州 Clayton	州立	障害学生支援サービス (Disability Support Services)

4. 研究成果

(1) 印刷物障害の肢体不自由大学生に対するデジタル教科書の代替教科書としての有効性評価

計測結果をグラフ(図1)に示す。縦軸はメンタルワークロードの値(0~100)、横軸は被験者別である。点線は印刷教科書、実線は電子教科書のデータ、○は1回目の結果、●は2回目の結果を示している。

被験者1~被験者3は、障害の原因疾患は異なるが、いずれも上肢に障害を有し印刷教科書の取り扱いに困難さを有し、実験結果は印刷教科書よりもより少ないメンタルワークロードでデジタル教科書を操作できたことを示した。一方、被験者5では、いずれの教科書操作におけるメンタルワークロードも50以下の値ではあったが、大きな差異は認められなかった。これは、疾患(脳性麻痺)により上肢にわずかな機能障害を有するが、印刷教科書の取り扱いやタブレット端末の操作に影響を与えるほどではなかったためと考えられる。

これらに対して、被験者4は、上肢の軽い麻痺により、1回目の実験結果では、各教科書操作時のメンタルワークロードはいずれも50を超えていたが、後者が前者を大きく上回った。1回目の実験終了時の確認により、手指によるタブレット操作(スクロール)が難しく、このまま2回目の実験を行っても同様の結果が予測されるとの意見を得た。そこで、他の被験者では行わなかったが、被験者4のみ2回目のデジタル教科書操作にスティックを使用させた。結果は図1の通りで、メンタルワークロードが1回目よりも減少した。この結果から、被験者4は、手指でのデジタル教科書操作は困難であるが、スティックという補助具を使用することにより印刷教科書より少ないメンタルワークロードでデジタル教科書を操作できる可能性が示された。

以上から、以下の成果を得た。

- ・肢体不自由大学生では、印刷教科書の操作に困難性を有する場合に、タブレット端末を使用したデジタル教科書を、有効な代替教科書として使用できる可能性がある。
- ・教科書の種別に関係なくメンタルワークロードが大きい肢体不自由学生で、デジタル教科書の操作時にスティックを使用することでメンタルワークロード値が減少したため、必要に応じて補助具によるポインティングが有効となる可能性がある。

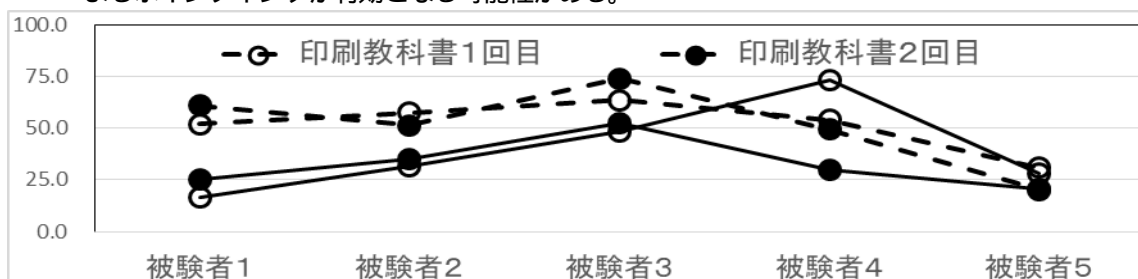


図1 障害学生を対象とした実験結果

実験に際して、印刷教科書からデジタル教科書を製作するために、3種類のスキャナーでPDF化を試みた。スキャナー(1)は、全頁を一頁ずつ両面スキャンにより内容をPDF化する。印刷教科書の裁断が必要であるが、最も短時間で効率よくPDFデータが得られた。スキャナー(2)は、全ページを見開きでスキャンし内容をPDF化する。印刷書籍を裁断しないが、スキャナー(1)よりも頁めくりと修正に時間を要した。スキャナー(3)は、全頁を見開きで、頁数に応じて自動か半自動でPDF化する。書籍の見開き頁をPDFファイルとしてタブレット端末へ直接取り込めるが、頁数が多いと半自動になりスキャナ(2)と同等の時間を要した。

## (2) 健常学生が非利き手でデジタル教科書を操作する場合の代替教科書としての有効性評価

計測結果の被験者相互の比較はスキルの差があり意味を持たないため、各被験者のデジタル教科書操作時のメンタルワークロードを印刷教科書操作時におけるメンタルワークロードで正規化して比較した。図2はその結果で、□で示すグラフが男性被験者、○で示すグラフが女性被験者である。各データで□と○は、タブレットの使用経験がある被験者である。Y軸の数値は正規化した値で、1.0未満は印刷教科書操作時よりデジタル教科書操作時のメンタルワークロードが少ないことを示している。X軸の1~12は、被験者番号ではなく、男性被験者と女性被験者で求めた正規化値を昇順に並べたものである。これから、以下の成果を得た。

- ・男女の被験者とも、12名中の10名において、印刷教科書よりも少ないメンタルワークロード値でデジタル教科書を操作でき、代替教科書として使用できる可能性が示された。
- ・タブレットの使用経験者は男性被験者12名中3名、女性被験者12名中4名で、全員が印刷教科書よりもデジタル教科書の操作において低いメンタルワークロードを示した。
- ・正規化値が1.0以上の(印刷教科書操作時よりデジタル教科書操作時のメンタルワークロード値が大きい)男女各2名の被験者には、継続使用による習熟効果の有無に関する検証が必要と考えられる。

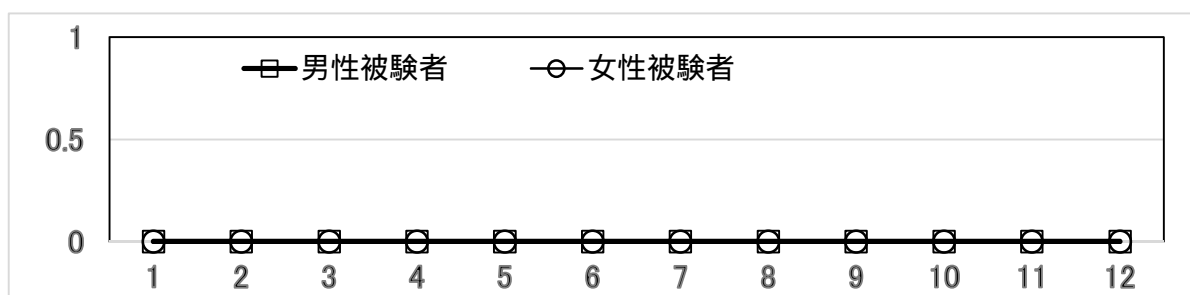


図2 健常学生を対象とした実験結果

## (3) 日本の大学と海外の大学における障害学生支援の状況比較

調査結果は多岐にわたるため、代表的な内容を表4に示す。これを含むすべての調査結果から、以下の成果を得た。

- ・全在學生に占める障害學生の割合は欧米のUCBとULでは約5.5%、豪州のUM・VU・MUでは1.4%~4.0%で、日本の大学の平均値は一桁少ないレベル(0.48%)である。前者の背景として、大学進学率および全學生数に占める留學生の比率、など違いによる影響が考えられる。一方、後者の背景として、特別支援学校高等部のカリキュラムが普通高校とは異なり、進学より自立支援・生活支援・職業教育などが教育目的となっている、などの影響が考えられる。
- ・大学で障害學生を支援する専任部署は、今回調査した海外の大学ではすべてに設置されているが、日本の大学での設置率は約2割である。背景として、日本では私立大学の数が全大学数(約780)の約8割を占めているため、少ない数の障害學生の支援に対する費用対効果の影響が考えられる。
- ・海外の大学において、障害學生が多い大学では印刷物障害學生のためにメディア変換専門家の雇用や外部専門機関の出先を学内に設置するなど対応している。さらに、日本を含む障害學生があまり多くない大学では、部署職員や図書館による対応が行われている。変換後の電子データの共同利用に向けた対応が行われつつある。出版社からの電子データ提供は、法的な支援もあり進みつつある。

表4 海外の大学における障害学生支援の状況

No.	大学名称	学生総数と障害学生数(単位:千人)	障害学生支援の背景となる法制度	障害学生への支援体制	印刷物障害学生への支援
1	UCB (米国)	全学生数 38 障害学生数 2 上記の比率 5.3%	リハビリテーション法第504条(1973年) 障害を持つアメリカ人法(1990年) ・印刷物障害学生にはメディア変換許可	30名の専任職員(障害別の専門職員7名を含む)	メディア変換センターで専門職員7名が対応
2	UL (英国)	全学生 34 障害学生 2 上記の比率 5.9%	英国障害者差別禁止法(1995年) (改正)英国障害者差別禁止法(2005年) ・英国では個人利用のメディア変換は許可	非常勤のサポートワーカー80名を含む98名で対応。学生は含まない。	メディア変換のため大学内に王立盲人協会出向の対応部署を常駐
3	UM (豪州)	全学生 50 障害学生 2 上記の比率 4.0%	障害者差別禁止法(1992年) 障害者教育基本法(2005年) ・印刷物障害学生にはメディア変換許可	有資格常勤スタッフ3名+非常勤のアクセシビリティ改善員2名+学生アルバイト	出版社との交渉等を含みアクセシビリティ改善員が対応。
4	VU (豪州)	全学生 27 障害学生 0.4 上記の比率 1.5%		経験のある常勤スタッフ4名。障害学生の支援に約30名の学生が登録。	要求書籍の出版社に連絡。対応電子書籍が無い場合にメディア変換
5	MU (豪州)	全学生 78 障害学生 2 上記の比率 2.6%		障害アドバイザの資格をもつ5名を含むスタッフ6名、福祉用具の貸出・購入支援	試験対応を含むメディア変換を実施。点訳は外注。
6	日本	781校 約300万人 障害学生 14346人 上記の比率 0.48%	障害者差別解消法(2016年度)	専任の障害学生部署の設置率は約18%の大学	著作権法の一部を改正する法律(2018年5月)

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

- 1) 奥英久、佐野光彦、渡辺崇史、坊岡正之: 大学における印刷物障害学生への支援 英・米の現況と日本の課題、神戸学院総合リハビリテーション研究、第13巻2号、13-24、2018 (査読あり)
- 2) 佐野光彦、奥英久、坊岡正之、渡辺崇史: 印刷物障害学生への支援とその法的基盤 アメリカ、イギリス、日本の状況比較から、神戸学院総合リハビリテーション研究、第13巻2号、41-54、2018 (査読あり)
- 3) 奥英久、佐野光彦、渡辺崇史、坊岡正之: 大学における印刷物障害学生への支援技術 欧米の調査報告、電気学会制御研究会資料、CT-18-051、51-54、2018 (査読無し)
- 4) 奥英久、佐野光彦、渡辺崇史、坊岡正之: 非利き手でデジタル教科書进行操作する場合の大衆教科書としての有効性、神戸学院総合リハビリテーション研究、第14巻2号、33-44、2019 (査読あり)
- 5) 奥英久、佐野光彦、坊岡正之、渡辺崇史: 大学における印刷物障害学生への支援(その2) オーストラリアの調査報告、電気学会制御研究会資料、CT-19-062、5-12、2019 (査読無し)

〔学会発表〕(計3件)

- 1) 渡辺崇史、奥英久、佐野光彦、坊岡正之: カリフォルニア大学バークレー校での印刷物障害に対する支援、第32回リハ工学カンファレンス(神戸国際会議場、神戸市)、2017
- 2) 奥英久、佐野光彦、渡辺崇史、坊岡正之: 大学における印刷物障害学生への支援技術 欧米の調査報告、電気学会制御研究会CT-18(北海道大学、札幌市)、2018
- 3) 奥英久、佐野光彦、坊岡正之、渡辺崇史: 大学における印刷物障害学生への支援(その2) オーストラリアの調査報告、電気学会制御研究会CT-19、(徳島文理大学、さぬき市)、2019

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕(計0件)

〔その他〕(計0件)

## 6. 研究組織

## (1) 研究分担者

研究分担者氏名: 渡辺 崇史

ローマ字氏名: Watanabe Takashi

所属研究機関名: 日本福祉大学

部局名: 健康科学部 福祉工学科

職名: 教授

研究者番号(8桁): 30410765

研究分担者氏名: 佐野 光彦

ローマ字氏名: Sano Mitsuhiko

所属研究機関名: 神戸学院大学

部局名: 総合リハビリテーション学部 社会リハビリテーション学科

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 30446033

## (2) 研究協力者

研究分担者氏名: 坊岡 正之

ローマ字氏名: Booka Masayuki

所属研究機関名: 高知ハビリテリングセンター

部局名: 総務部

職名: 福祉用具専門員