

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 17 日現在

機関番号：50103

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24501169

研究課題名(和文) 集団用リハビリ教材における訓練活性化のための支援インターフェースの開発

研究課題名(英文) Development of Support Tools for Encouraging Sense of Accomplishment in Group Rehabilitation

研究代表者

千田 和範 (Chida, Kazunori)

釧路工業高等専門学校・電気工学科・准教授

研究者番号：30342562

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：現在、生活する上で必要な機能の回復訓練ができる教材は限られており、多様な障害を持つ患者が利用できる教材の開発が求められている。一方で、グループ対象のリハビリ訓練は、個人対象の訓練に比べ訓練効果が高くなることが知られている。しかし、その障害の状況によっては達成感が低下するという問題があった。そこで本研究では、達成感を持続させることで動機づけの強化を可能とする、難易度を自動調整できるグループ作業支援用インターフェースの開発を行った。

研究成果の概要(英文)：Now, we have few training tools for patients with problems. So, there is a need for development of training tools available to patients. In addition, group rehabilitation has more effect than individual rehabilitation. But, there is the problem of reduction of the sense of accomplishment depending on degree of disability. Therefore, the purpose of this study is development of automatically-adjustable support tools to encourage a sense of accomplishment in rehabilitation.

研究分野：教育工学

キーワード：教材開発 グループ作業 支援ツール インターフェース開発 難易度調整

1. 研究開始当初の背景

グループ対象のリハビリ訓練では、他者の役に立つ行動等を通して達成感や満足感を獲得することが訓練を活性化しその継続に繋がっていく。そのためグループ対象のリハビリ訓練では個人主体の訓練に比べ高い訓練効果が得られることが知られている。反面、障害の状況により訓練教材を使用できない場合や、訓練教材が合わず失敗などを繰り返し達成感が著しく損なわれる問題があった。加えて、個人用のリハビリ教材に比べその種類が圧倒的に少ないこともこの問題に影響を与えている。

そこで本研究では、グループ用のリハビリ訓練教材において、障害の状況に左右されずに使用でき、訓練時のモチベーションを向上させることで訓練を活性化させる支援インターフェースの開発を行った。

2. 研究の目的

本研究では、グループ用のリハビリ訓練教材において、障害の状況に左右されずに使用でき、訓練時のモチベーションを向上させることで訓練を活性化させる支援インターフェースを開発する。その上で、開発してきたグループ用反射神経リハビリ訓練教材に適用し、支援インターフェースの効果を実証する。

上述したグループ訓練教材の問題点を解決するために、これまでの研究成果や、他の研究者や専門家からの助言から支援インターフェースには次の2つの機能を実現する必要があることがわかってきた。

- A) 訓練教材の参加方法(操作方法)を障害の状況に応じて簡単に変更できること
- B) 訓練難易度を自動調整し訓練成功率を改善することで、訓練継続に必要なモチベーション向上を行うこと

項目 A.により、例えば、ある程度握力が必要な訓練教材に対し、操作方法を変更できれば握力が少ない人でも教材を利用できる。さらには握力以外の身振り手振りでも操作できるようになれば、これまで対象とされていなかった人々に対しても、訓練教材の利用機会を提供可能となる。また、グループ訓練では個人差が表れやすく、それが訓練の成否に影響を与えてしまう。そこで、項目 B.により参加者ごとに訓練難易度が調整できれば、それぞれの訓練成功率が改善できる。個人の成功率が向上することで参加者全員の訓練への取り組みが活性化し、自発的かつ継続的な訓練参加による訓練効果の向上が期待できる。

これらの内容を、申請者らがグループ用として開発を続けてきた図1の集中力・反射神経訓練教材に支援インターフェースを適用した場合について説明する。ここで集中力・反射神経訓練教材とは、レール上にある鉄球を所々に配置した電磁石により加速し、周回運動させる装置である。訓練参加者が電磁石を適切なタイミングで操作すれば鉄球が加速し、タイミングを外すと失速する。よってタイミ

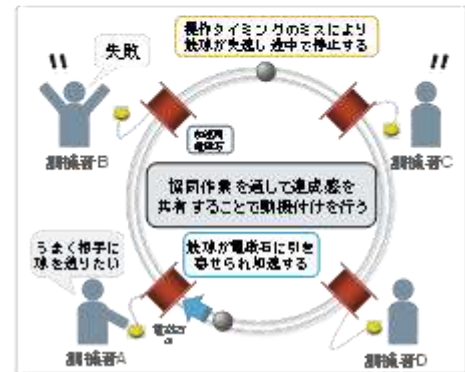
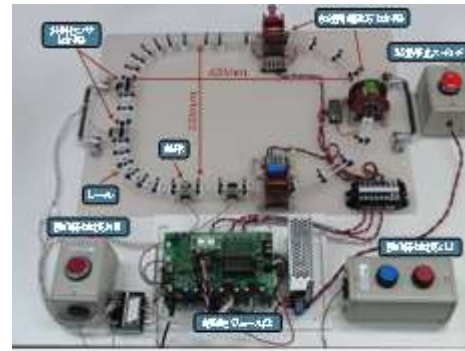


図1. 反射神経訓練用教材と集団訓練

ングよく操作して集中力・反射神経を訓練する教材である。

この訓練教材ではプッシュスイッチを用いて操作する。そこで例えばこの操作部分を、支援インターフェースを介してタッチパネルや超音波センサ等に置き換えることができれば、非常に小さい力や身振りでも操作することができない人でも訓練教材を利用できるようになる。

また、鉄球の位置や速度を検出し支援インターフェースに入力できれば、その情報を基に適切な操作タイミングが計算できる。その上で、操作有効区間を設定し、その区間内に鉄球がある時に参加者が操作した場合、支援インターフェースは適切な操作タイミングになった時点で電磁石を制御する。この操作有効区間を広く設定することで易しくなり、難易度が調整可能となる。訓練対象者によっては訓練しても操作タイミングが合わず難しいと感じること、障害の状況によっては鉄球の目視だけでは適正なタイミングが把握しにくいこと、操作方法の見直しによりこれまで対象とされていなかった患者の利用を促進できる可能性があることも研究の過程で分かってきた。

このため、提案する支援インターフェースは訓練参加者や教材の機能などに合わせて様々な計測用センサを交換しながら接続できる機能が求められる。また、訓練難易度の自動調整のためには、センサからの計測情報を処理し、その処理内容に基づき様々な機能を持つ外部機器を制御できる必要がある。

3. 研究の方法

本研究では、グループ向けリハビリ訓練教材に対し、障害の状況に影響を受けず、訓練時の動機づけを促進させることで訓練を活性化させる支援インターフェースを開発する。本研究は研究目的で示した2つの主要機能の開発を推進する。

- A) センサ付操作器群および、その種類に依存せずに接続できるモジュール機構の開発
- B) 訓練継続に必要な動機づけ向上のため、訓練難易度を自動調整可能な教材制御機能の開発

開発したモジュール群は、グループ向けのリハビリ訓練教材である、集中力・反射神経訓練教材のインターフェースとして実装し、リハビリ訓練教材の实地試験と、その結果に基づく改良をスパイラルアップ方式で実施していく。

本研究では上に示した2項目の技術の実現をめざし推進した。ここでは具体的な手法について説明する。

(1) 各種センサの出力に依存せずに接続可能なモジュール機構の開発

支援インターフェースでは入力装置として図3に示す様な各種センサを用いる。しかし、各種センサの出力値はアナログ値、デジタル値、文字列など多種多様である。この支援インターフェースに、センサの出力に依存せずに接続可能とするためには、これらの違いを吸収する仕組みが必要になる。ここでは、センサ-支援インターフェース間の信号の送受を統一した通信プロトコルとして設計する。次に各種センサを図4の赤枠部に示す小型マイコンを接続し、そのセンサ出力を通信プロトコルに則り処理をした上で支援インターフェースに送出することで、センサ出力に依存せずに支援インターフェースへの接続を可能とする。

(2) 訓練難易度を自動調整可能な教材制御機能

グループ向けリハビリ訓練教材の難易度が高くなる原因は様々なものが挙げられる。例えば、集中力・反射神経訓練教材であれば、鉄球を加速できる操作有効区間が非常に狭い点である。

これを改善し難易度を自動調整できるようにするためには、教材の状態を検出する機構、および教材を自ら操作できる機能が必要になると推測できる。例えば、研究目的の学術的背景で述べた集中力・反射神経訓練教材において難易度を自動調整するためには、鉄球の位置速度計測機能を実装することで、得られた鉄球の速度から電磁石の理想的な操作タイミングを計算する。

次に、図5下の網掛け部分に示す様に操作有効区間を拡大して設定し、訓練参加者がこの拡大された区間内で操作した場合には、支援インターフェースが鉄球を加速させるため

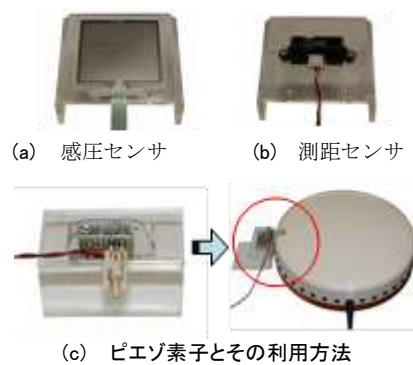


図3. 開発した入力機器群

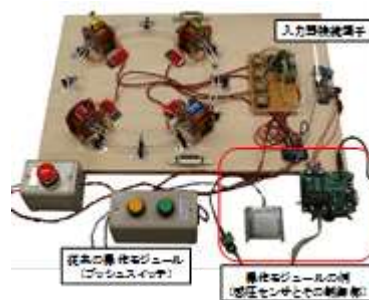


図4. グループ作業支援モジュールの構成

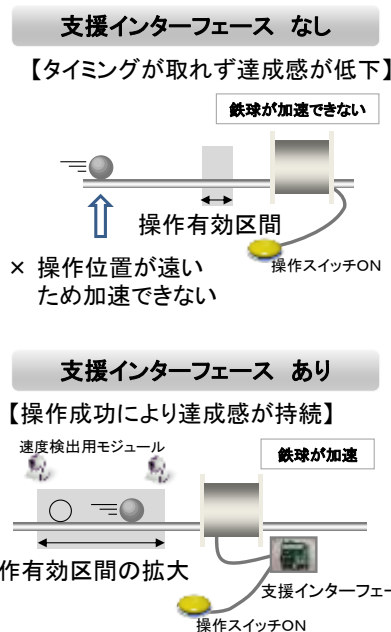


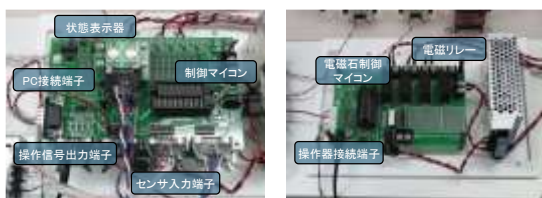
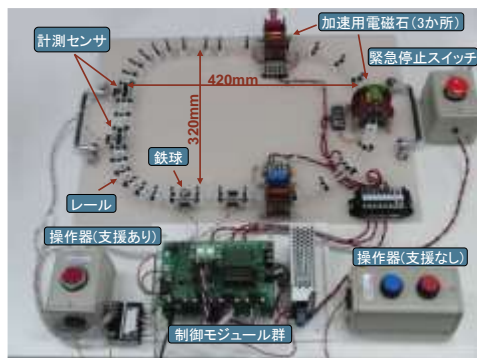
図5. 反射神経訓練の補正機能の概要

に理想的なタイミングで電磁石を制御する。この様に有効区間を拡大できるため、訓練参加者にとって難易度は低下する。この様な難易度調整機能をそれぞれの訓練教材に対して明らかにしていき難易度調整機能を実現する。

4. 研究成果

(1) 各種センサの出力に依存せずに接続可能なモジュール機構の開発

様々な障害に対応するためには、訓練者に合わせた入力機器が必要になる。そのためには入力機器の電気的な特性や制御方法を吸収し、既存の訓練装置に容易に接続できる装置が求



上位制御モジュール 下位制御モジュール

図 6. 操作支援モジュールおよび難易度調整用インターフェース群を実装した訓練教材

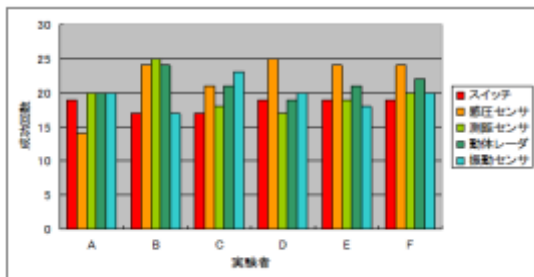


図 7. 開発した入力機器群による訓練結果



図 8. 難易度調整機能の検証時の様子

められる。そこで、これまで当研究室で開発してきたモジュール型メカトロニクス制御機器を元に訓練教材に容易に接続できるモジュールを開発した。開発したシステムの例を図 6 に示す。

このモジュールの性能を確認するために、いくつか操作用入力装置を製作した。製作した入力装置は感圧センサ、測距センサ、ピエゾ素子を使用している。なお、これらのセンサは、指は使えるがその筋力が低下している場合、非接触で操作する場合、そして既存の装置を流用する場合を想定している。これら

の装置を図 3 に示す。これらの操作モジュールを実際に反射神経訓練教材に接続し、その連続成功回数について検討した。その結果、図 7 に示すように全て従来の入力装置の場合と遜色なく動作することが確認した。

(2) 難易度調整機能の実現

ここでは、訓練の持続に必要な動機づけを向上させるための難易度調整機能等について説明する。これまでの訓練教材では鉄球を加速させる性質上、図 5 (上) に示す様に、操作有効区間に到達する時間間隔が周回速度に応じて変化する。したがって、訓練対象者によってはタイミングが取れない問題点があった。そこで、次の改良を施すことを考える。

- A) 操作有効区間の拡大
- B) 加速用電磁石の自動制御
- C) 習熟度に応じた操作支援量の更新

まず、項目 A を実現することで、タイミングがとりやすくなることが期待できる。こ反射神経訓練教材の難易度を補正する機能は、図 6 (下) に示す様に検出用モジュールと、速度検出用モジュールからのデータ処理を行う支援インターフェースから構成される。支援インターフェースに搭載されたマイコンユニットは、鉄球の周回速度から最適な電磁石制御タイミングを計算し、電磁石を操作することで、訓練者に操作有効区間が拡大したと感じさせることができる。また、実際には補正しきれずに鉄球が減速して停止してしまうことがある。このような操作失敗は訓練継続にとって問題となる。そこで項目 B に示す自動制御機能を追加することで、訓練者のミスをリカバリーし鉄球を停止させずに訓練が継続できるようにする必要がある。今回は項目 1 で実現した支援インターフェースを利用することで自動処理を実現する。項目 C は訓練者の操作タイミングの時系列データから、タイミングのばらつきを判定し、その結果をもとに操作有効区間の拡大縮小を実施する。

これら難易度補正機能の効果を確認するため、反射神経訓練教材に難易度補正機能を実装した。このモジュールの実装により操作有効区間の拡大や操作性の改善などが実現されたことを高速度カメラの撮影動画より確認した。その検証時の様子を図 8 に示す。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 19 件)

- ① ``学習の広がりを目指した多角的な試行錯誤による理科実験用グループ学習プログラム'', 千田和範, 野口孝文, 稲守栄, 教育システム情報学会 2014 年度第 6 回研究会報告書, pp173-176 (2015. 3), 査読無
- ② ``コンテストを用いた多角的な試行錯誤から学ぶ理科実験実習プログラム'', 稲

- 守栄, 千田和範, 野口孝文, 教育システム情報学会第 39 回全国大会, pp. 245-246 (2014. 9), 査読無
- ③ ``競争原理によって学習に対する動機づけを強化したグループ学習教材の開発と実践``, 千田和範, 野口孝文, 加藤雅也, 稲守栄, 教育システム情報学会 2013 年度第 6 回研究会報告書, pp67-70 (2014. 1), 査読無
- ④ ``集団用リハビリ教材用の難易度調整機能の自動化``, 千田和範, 稲守栄, 野口孝文, 教育システム情報学会 第 38 回全国大会, C4-4, pp199-200 (2013. 9), 査読無
- ⑤ ``多様な学生が混在したプロジェクト型学習を支援するメカトロニクス教材の開発``, 稲守栄, 千田和範, 野口孝文, 教育システム情報学会 第 38 回全国大会, C3-3, pp. 135-136 (2013. 9), 査読無
- ⑥ ``ロボットを介在させた学習支援システムを構成する柔軟な機能部品の開発``, 野口孝文, 千田和範, 教育システム情報学会 第 38 回全国大会, A6-3, pp. 391-391 (2013. 9), 査読無
- ⑦ ``電磁気分野への動機づけ強化を目的としたプロジェクト型実験実習プログラムの開発``, 千田和範, 稲守栄, 野口孝文, 加藤雅也, 教育システム情報学会 2013 年度第 2 回研究会報告書, pp67-70 (2013. 7), 査読無
- ⑧ ``計測制御教育のための教材ロボットの開発``, 野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄, 教育システム情報学会研究報告, Vol. 27, No. 6, pp. 217-220 (2013. 3), 査読無
- ⑨ ``集団用リハビリ教材における難易度調整機能の開発``, 千田和範, 稲守栄, 野口孝文, 教育システム情報学会 第 37 回全国大会 D4-1, pp. 190-191 (2012. 8), 査読無
- ⑩ ``仮想システムと実システムが連携可能なプロジェクト型学習教材の開発``, 稲守栄, 千田和範, 野口孝文, 教育システム情報学会 第 37 回全国大会 D4-1, pp. 192-193 (2012. 8), 査読無
- ⑪ ``ロボットが見守る初心者のためのプログラミング学習環境の開発``, 野口孝文, 千田和範, 電子情報通信学会, 教育工学研究会, pp. 55-58 (2012. 8), 査読無
- ⑫ ``反射神経訓練教材におけるグループ作業支援モジュールの開発``, 千田和範, 野口孝文, 稲守栄, 教育システム情報学会 第 36 回全国大会, pp. 400-401 (2011. 8), 査読無
- ⑬ ``集団用反射神経訓練教材における訓練支援用操作モジュールの開発``, 千田和範, 野口孝文, 稲守栄, 教育システム情報学会研究報告 25 (5), pp. 47-50 (2011. 8), 査読無
- ⑭ ``ロボットと障害者の協創による音楽指向型作業療法システム``, 野口孝文, 千田和範, 梶原秀一, 稲守栄, 佐野芳彦, FIT2011 第 10 回情報科学技術フォーラム, pp. 805-806 (第 3 分冊) (2011), 査読無
- ⑮ ``ロボットと障害者の協創による音楽作業療法システム``, 野口孝文, 千田和範, 梶原秀一, 稲守栄, 佐野芳彦, 教育システム情報学会全国大会, pp. 292-293 (2011), 査読無
- ⑯ ``ロボットと障害者の協創による自発的参加を促す音楽指向型作業療法システム``, 野口孝文, 千田和範, 梶原秀一, 稲守栄, 佐野芳彦, ロボティクス・メカトロニクス講演会報告, 2P2-B09 (2011), 査読無
- ⑰ クト型メカトロニクス教材のための実習支援インターフェースの開発``, 稲守栄, 千田和範, 野口孝文, 荒井誠, 梶原秀一, 教育システム情報学会 第 36 回全国大会講演論文集, pp. 402-403 (2011), 査読無
- ⑱ ``プロジェクト型学習向けの理解度に応じた機能調整インターフェース付きメカトロニクス教材の開発``, 稲守栄, 千田和範, 野口孝文, 荒井誠, 梶原秀一, 日本工学教育協会 平成 23 年度工学教育研究講演会講演論文集, pp. 600-601 (2011), 査読無
- [学会発表] (計 19 件)
- ① ``学習の広がりを目指した多角的な試行錯誤による理科実験用グループ学習プログラム``, 千田和範, 野口孝文, 稲守栄, 教育システム情報学会 2014 年度第 6 回研究会報告書, pp173-176 (2015. 3)
- ② ``コンテストを用いた多角的な試行錯誤から学ぶ理科実験実習プログラム``, 稲守栄, 千田和範, 野口孝文, 教育システム情報学会 第 39 回全国大会, pp. 245-246 (2014. 9)
- ③ ``競争原理によって学習に対する動機づけを強化したグループ学習教材の開発と実践``, 千田和範, 野口孝文, 加藤雅也, 稲守栄, 教育システム情報学会 2013 年度第 6 回研究会報告書, pp67-70 (2014. 1)
- ④ ``集団用リハビリ教材用の難易度調整機能の自動化``, 千田和範, 稲守栄, 野口孝文, 教育システム情報学会 第 38 回全国大会, C4-4, pp199-200 (2013. 9)
- ⑤ ``多様な学生が混在したプロジェクト型学習を支援するメカトロニクス教材の開発``, 稲守栄, 千田和範, 野口孝文, 教育システム情報学会 第 38 回全国大会, C3-3, pp. 135-136 (2013. 9)
- ⑥ ``ロボットを介在させた学習支援システムを構成する柔軟な機能部品の開発``, 野口孝文, 千田和範, 教育システム情報学会 第 38 回全国大会, A6-3, pp. 391-391 (2013. 9)
- ⑦ ``電磁気分野への動機づけ強化を目的と

- したプロジェクト型実験実習プログラムの開発’’, 千田和範, 稲守栄, 野口孝文, 加藤雅也, 教育システム情報学会 2013 年度第 2 回研究会報告書, pp67-70(2013.7)
- ⑧ ``計測制御教育のための教材ロボットの開発’’, 野口孝文, 梶原秀一, 千田和範, 稲守栄, 教育システム情報学会研究報告, Vol. 27, No. 6, pp. 217-220(2013.3)
- ⑨ ``集団用リハビリ教材における難易度調整機能の開発’’, 千田和範, 稲守栄, 野口孝文, 教育システム情報学会 第 37 回全国大会 D4-1, pp. 190-191(2012.8)
- ⑩ ``仮想システムと実システムが連携可能なプロジェクト型学習教材の開発’’, 稲守栄, 千田和範, 野口孝文, 教育システム情報学会 第 37 回全国大会 D4-1, pp. 192-193(2012.8)
- ⑪ ``ロボットが見守る初心者のためのプログラミング学習環境の開発’’, 野口孝文, 千田和範, 電子情報通信学会, 教育工学研究会, pp. 55-58(2012.8)
- ⑫ ``反射神経訓練教材におけるグループ作業支援モジュールの開発’’, 千田和範, 野口孝文, 稲守栄, 教育システム情報学会 第 36 回全国大会, pp. 400-401(2011.8)
- ⑬ ``集団用反射神経訓練教材における訓練支援用操作モジュールの開発’’, 千田和範, 野口孝文, 稲守栄, 教育システム情報学会研究報告 25(5), pp. 47-50(2011.8)
- ⑭ ``ロボットと障害者の協創による音楽指向型作業療法システム’’, 野口孝文, 千田和範, 梶原秀一, 稲守栄, 佐野芳彦, FIT2011 第 10 回情報科学技術フォーラム, pp. 805-806 (第 3 分冊)(2011)
- ⑮ ``ロボットと障害者の協創による音楽作業療法システム’’, 野口孝文, 千田和範, 梶原秀一, 稲守栄, 佐野芳彦, 教育システム情報学会全国大会, pp. 292-293(2011)
- ⑯ ``ロボットと障害者の協創による自発的参加を促す音楽指向型作業療法システム’’, 野口孝文, 千田和範, 梶原秀一, 稲守栄, 佐野芳彦, ロボティクス・メカトロニクス講演会報告, 2P2-B09(2011)
- ⑰ ``プロジェクト型メカトロニクス教材のための実習支援インターフェースの開発’’, 稲守栄, 千田和範, 野口孝文, 荒井誠, 梶原秀一, 教育システム情報学会 第 36 回全国大会講演論文集, pp. 402-403(2011), 査読無
- ⑱ ``プロジェクト型学習向けの理解度に応じた機能調整インターフェース付きメカトロニクス教材の開発’’, 稲守栄, 千田和範, 野口孝文, 荒井誠, 梶原秀一, 日本工学教育協会 平成 23 年度工学教育研究講演会講演論文集, pp. 600-601(2011)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

千田和範 (Chida Kazunori)

釧路工業高等専門学校・電気工学科・准教授

研究者番号 : 30342562

(2) 研究分担者

-- なし -- ()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

野口孝文 (Noguchi Takafumi)

釧路工業高等専門学校・電気工学科・教授

研究者番号 : 20141856