

発明経験の無い教員が生徒の発明創造教育を 実践するための具体的方法

A concrete method for teachers who have no experience in invention to practice invention creation education for students

* 久野敦司 (Email: atsushi_hisano@patentisland.co.jp)

所属 PatentIsland 株式会社 (<http://www.patentisland.co.jp>)

要旨： 教育基本法第2条に「創造性を培い」との記述があるように、生徒の発明能力の育成が必要です。しかし、教員のほとんどは発明経験が無いので、泳げない教員は生徒に水泳指導ができないのと同様に、生徒の発明創造教育は非常に困難です。そこで、人工知能技術の1つである「強化学習」¹の仕組みを適用する事で、発明経験の無い教員でも生徒たちに発明創造教育ができる具体的方法を示します。教員は、「発明能力評価システム」²を用いて得た発明能力評価値と、助言とを高頻度に生徒に提供し、生徒はそれらを用いて自分の発明能力評価値が向上するように自分に適した発明技法を試行錯誤の中で獲得して、発明能力を高めます。

キーワード：発明創造教育,人工知能,強化学習,発明能力評価システム,教員

1. 発明創造教育と強化学習の概念

1.1 発明創造教育

発明創造教育は[知財創造教育](#)の主要な分野の1つであり、発明・考案を創造する能力や態度と、創造された発明・考案を尊重する能力や態度を、育成する教育です。

1.2 強化学習

強化学習とは、システム自身が試行錯誤しながら、最適なシステム制御を実現する、機械学習手法のひとつです。¹

強化学習では、コンピューターはある「環境」の中で、目的として設定された「報酬 (スコア)」を最大化するための行動を学習します。代表例として、ロボットの歩行制御が挙げられます。この場合はロボットに「歩けた距離」を報酬として与えます。するとロボットは、歩行距離を最大化するために、自らさまざまな歩き方を試行錯誤しま

す。そうすることで、歩行可能距離の長いアルゴリズムが構築されます。¹

図1および下記の1～7の各ステップは参考文献3において、強化学習の仕組みを記述したものです。

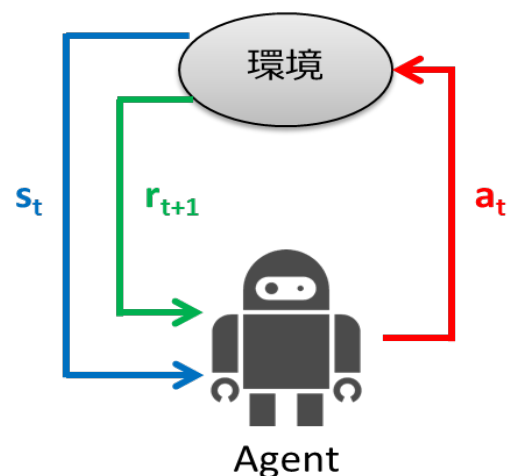


図1 強化学習の仕組み

1. エージェントは時刻 t において環境の状態 S_t を観測
2. 観測した状態から行動 a_t を決定
3. エージェントは行動を実行
4. 環境は新しい状態 S_{t+1} に遷移
5. 遷移に応じた報酬 r_{t+1} を獲得
6. 学習する
7. ステップ 1 から繰り返す

強化学習では、エージェント (Agent) が取得する利得 (累積報酬) を最大化するように、「どんな状態の場合に、どんな行動をするか」を示す「政策」を獲得します。³

ただし、累積報酬は将来得られる報酬を割引係数 γ ($0 \leq \gamma < 1$) で割引いた累積報酬として、現在の報酬を将来の報酬よりも重視するように定義する事が一般的です。³

2. 強化学習を適用した発明創造教育システム

2.1 仕組み

図 1 に示す強化学習の仕組みを発明創造教育に適用すると、次のようになります。

「エージェント (Agent)」は、生徒です。

「環境」は、教師と発明能力評価システムと多様で多数の記入済みアイデアシートを備える発明創造教育システムです。

「状態 S_t 」は、教師がアイデアシートに基づいて生徒に与える発明発想のヒントとなる起点情報や意見や参考情報などの助言です。

「行動 a_t 」は、前記の状態 S_t をもとに、生徒が発明発想の各種技法の中から自分で選択した技法や自分で編み出した技法を用いてアイデアを創造し、そのアイデアをアイデアシートに追記して、環境に対して提供する行為です。

「報酬 r_{t+1} 」は、発明能力評価システムが生徒の追記したアイデアシートを分析して、生徒に与える発明能力評価値です。

2.2 動作

A1. 教員は蓄積済みのアイデアシートの群から生徒の発明創造教育に活用する複数件のアイデアシートを選択して、発明情報に距離の近い所定範囲の起点情報をアイデアシートの中で非表示にして、生徒が発明能力の訓練に利用できるように発明創造教育システムに設定します。生徒は発明創造教育システムをアクセスしてアイデアシートを選択し、選択したアイデアシートに記述されている発明創造の起点情報を読みます。

A2. 生徒は起点情報を発明創造のヒントにするとともに、アイデア創造に活用する発明発想技法を決定します。

A3. 生徒は発明発想技法を活用してアイデアを創造して、創造したアイデアをアイデアシートに追記して、発明創造教育システムにアイデアシートを返送します。

A4. 教師は生徒から返送されたアイデアシートを受取ると、生徒が追記したアイデアの内容について類似した技術を調査して得た公知文献や商品の情報や感想などからなる助言を提示します。

A5. 発明能力評価システムは、生徒がアイデアを追記したアイデアシートをもとに発明能力評価値を、下図に示す a, b, c の値を用いて、 $a \times b \times c$ 又は $a + b + c$ として算出して、生徒に提示します。

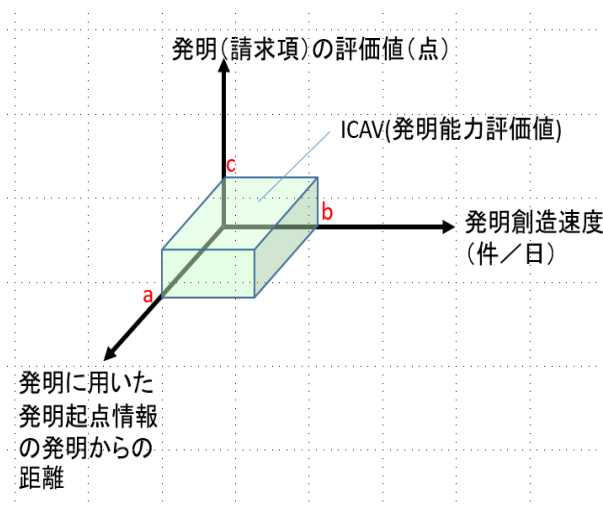


図 2 発明能力評価値の算出原理

A6. 生徒は教員からの助言や、発明能力評価システムからの発明能力評価値をもとにして、A2 で決定した発明発想技法の自分にとっての重みを調整します。そして、自分に適した発明発想技法に関しての自分の考えを記録します。

A7. A1 から繰り返します。

2.3 アイデアシート

ここで用いるアイデアシートは、教師と発明能力評価システムの両者が読み取ることが必要ですので、電子データとなります。

アイデアシートの具体的なデータ構造の例を図3に示します。

Idea sheet番号	
提供を受ける1つの起点情報の種別と配点	内容
新たな価値観をもたらす社会の動き:30点	生活様式の西洋化と核家族化の進展により、シングルベッドで眠る人が増えてきた。
価値観:100点	家族内でも個人ごとの生活の相互干渉が少ない方がよい。
価値観に基づいた理想状態:10点	ベッドでの睡眠が他の家族の活動の影響を受けない状態。
従来技術:10点	予定した時刻に起床したい場合は、ベッドの近くにベルの鳴る時刻を設定した目覚まし時計を置く。
理想状態からみた従来技術の問題点:100点	目覚まし時計が鳴ると、同じ部屋に寝ている他の人や、別の部屋に寝ている人の眠りを妨害し、起床させてしまう。
問題点の原因:30点	目覚まし時計の音が、起床したい本人以外の耳にまで空気を媒体として伝わる。
原因に基づいて解決しようとする課題:20点	音波を飛ばさない手段で、起床したい本人が目覚めるような刺激を与える。
課題解決手段を見つける観点:50点	聴覚ではなく、触覚や三半規管による加速度の知覚をもたらすようにする。
観点に基づいて得た解決手段の本質作用:50点	ベッドのマットを指定時刻に振動させる。
発明情報:100点	ベッドに寝ている人が目覚めるべき所定時刻を記憶する目覚め時刻記憶手段と、時計を計るタイマーと、前記タイマーで計られた時刻が前記目覚め時刻記憶手段に記憶されている所定時刻に達したときに就寝者に振動を加える目覚まし手段とを備え、該目覚まし手段が、ベッドのマット下部に配置された複数の圧力ユニットと、これら各圧力ユニット内の圧力を調整して前記ベッドに振動を加える手段と、を具備して構成したことを特徴とするベッド制御装置。

図3 アイデアシート

図3のアイデアシートでは、左の列が起点情報の種別と配点となっていて、右の列が起点情報の内容です。起点情報自身が新規なアイデアでもあり、後段の過程のアイデアを発想するためのヒントにもなります。

起点情報の種別として、図3では次のものを使用しており、発明情報から遠い順に次のようになります。

「新たな価値観をもたらす社会の動き」、「価値観」、「価値観に基づいた理想状態」、「従来技術」、「理

想状態からみた従来技術の問題点」、「問題点の原因」、「原因に基づいて解決しようとする課題」、「課題解決手段を見つける観点」、「観点に基づいて得た解決手段の本質作用」、「発明情報」です。

2.4 発明発想技法

前記の2.2項のA2で言う、生徒が選択の対象できる発明発想技法には次のようなものもあります。

①発想法第1パターン:社会の動きを起点として発想する。

②発想法第2パターン:顧客価値などの価値観を起点として発想する。

③発想法第3パターン:価値観に基づいた理想状態を起点として発想する。

④発想法第4パターン:従来技術の問題点を起点として発想する。

⑤発想法第5パターン:既存の発明を起点として、必要な範囲で既存物と等価な機能や性能を持ちながら、別の有益な属性も併せ持つ手段を発見して、その手段で既存物を置換する。

⑥発想法第6パターン:起点とした既存発明(未公開の自分の発明でも良い)を、「上位概念化と下位概念化」によって膨らませる。

⑦発想法第7パターン:起点とした既存発明の「アイデアの背後にある暗黙の前提」を打ち破る。

⑧発想法第8パターン:起点とした既存発明に「技術進化の法則」を適用する。

⑨発想法第9パターン:起点とした既存発明の「応用分野の展開」をする。

⑩発想法第10パターン:起点とした既存発明を「他のアイデアや技術との結合」を試みる。

⑪発想法第11パターン:連想による発想をする。

2.5 意識集中とリラックスと潜在意識の活用

いくら発明創造のための良い仕組みが用意されていても、睡眠不足で意識が朦朧としていて意識集中ができないと発明ができません。しかし、1つの事に拘ってしまうと問題解決策が発想できなく

なることもあります。発明創造には意識の適切な制御が必要となります。教員が生徒に対して、繰り返し次の内容を述べることでアイデアノートを使って生徒が意識集中とリラックスと潜在意識の活用による発明創造ができるようになります。

- 発明完成までの過程は、一挙には行えない。
- そのため、発明発想の各段階でアイデアを適切に表現してアイデアノートに記録することが極めて重要となる。
- アイデアノートにアイデアを記録することで、アイデアが明確化できるし、自分で読み返すことで新たな情報と組み合わせることができし、他の人にアイデアを伝えられる。
- また、アイデアをアイデアノートに記録することで、自分の潜在意識をアイデア発展のための活動に動員することができる。
- 潜在意識が自分の知識の様々な組み合わせを、自分が意識していない間に、膨大に自動的に試して、アイデアの飛躍的発展である閃きをもたらすこともある。

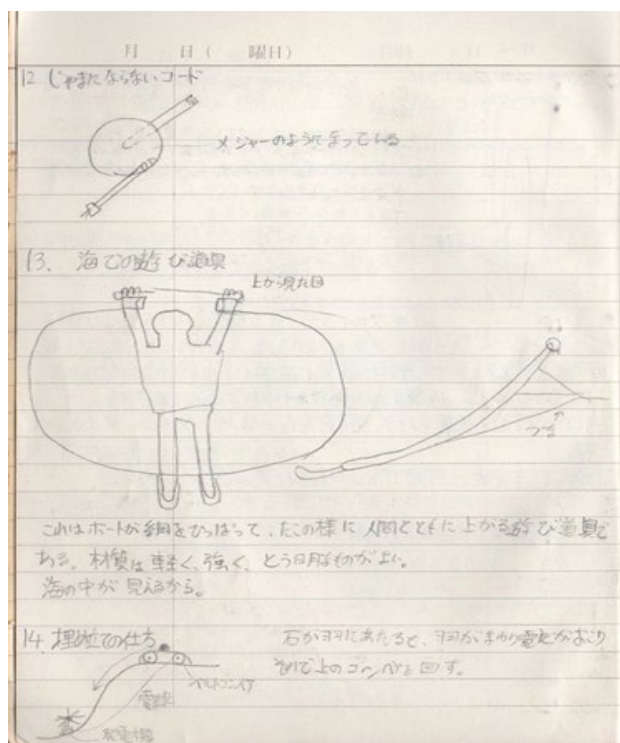


図4 アイデアノートの実例

3. 今後の展開への期待

生徒の発明能力を短時間・低コストで的確に評価することができれば、「強化学習」の仕組みを用いて、発明経験の無い教員にも生徒の発明創造教育ができるようになります。すなわち、生徒の自主的な発明創造活動に対して適切な助言を与えるとともに、発明能力評価値を示すことで、生徒が自分で試行錯誤しながら自分に合った発明発想技法を獲得する事ができます。その実現のためには、アイデアシートに生徒が追記したアイデアを示す情報を自然言語処理や画像認識を用いて分析して発明能力評価を行なう技術の高度化が必要となります。現時点では [ELSLIA](#) という試作ソフトウェアにて簡易な自然言語処理でこれを実現しています。今後は、インターネットを用いたオンライン教育の仕組みを用いて多数の生徒の教育を実践している企業が、高度な人工知能技術と楽しみを増すコンテンツを用いて、生徒たちへの発明創造教育を普及・発展させることを期待しています。

参考文献

- [1] [矢野 義武](#) (2020年), 強化学習とは | 機械学習との違い・深層強化学習・活用事例やその未来まで徹底解説 <https://ledge.ai/reinforcement-learning/> (最終閲覧年月日: 2021年7月24日)
- [2] 久野敦司 (2017年) 発明能力評価システム ELSIA (日本創造学会 西日本支部第2回研究発表会で発表), http://www.patentisland.co.jp/presentation_about_ELSIA.pdf および [特許第6806980号公報](#) (最終閲覧年月日: 2021年7月24日)
- [3] [@Hironasan](#) Python ではじめる強化学習 <https://qiita.com/Hironasan/items/56f6c0b2f4cfd28dd906> (最終閲覧年月日: 2021年7月24日)