

フォーマティブアナリティクスと学習支援

Formative Analytics and Learning Assistances

吉田 雅巳

YOSHIDA Masami

千葉大学人文公共学府

Graduate School of Humanities and Studies on Public Affairs, Chiba University

要旨 本報告では、ラーニングアナリティクスからの情報を利用して学習支援を行う、フォーマティブアナリティクスと呼ばれる新しい研究領域の展開についてまとめた。現在、ラーニングアナリティクスの実践は世界の大学で広がっている。そして、ラーニングアナリティクスで収集される学習情報やシステムから提供される情報を、教員や管理者が利用するだけではなく学習者へも提供できるような整備を行い、学習支援や学習での足場づくりなどの役割を担うために積極的に利用することが必要であると考えられ、それを支えるフォーマティブアナリティクスの研究が進んでいる。フォーマティブアナリティクスでは、ラーニングアナリティクスから提供されるダッシュボード情報利用に対する肯定的な意見に加えて、学習者への情報提供がもたらす負の効果や、効果的な情報利用で必要となる学習者の自己調整学習の重要性、学習達成に貢献できる新たな授業形態の導入などが指摘されており、解明すべき課題も明らかになりつつある。そこで、本報告では黎明期のフォーマティブアナリティクス諸研究の動向を分析することより、情報化時代の大学教育の将来について議論する。

Abstract

This article summarizes the emergence and dissemination of formative analytics that aim to assist students using information of learning analytics. At this moment, case studies and investigations of learning analytics are disseminated in world's universities. While archived students' learning information and results of analysis are recognized not only to be used by teachers and university staff members but also actively to be used by students after proper adjustment of visualisation for learning assistances and scaffolding, formative analytics of theoretical basis during assistances are developed. Whilst the positive opinions of effects to use information of learning analytics in formative analytics, issues; such as negative effects of rich information provision to learners, development of self-regulated learning competency of learners for effective use of information, and development of contemporary instructional design competency of teachers to contribute learning achievement, are emerged. Regarding these movement, this article discusses requiring preparation of near future universities to use information technology through review of formative analysis studies at the dawn.

キーワード：フォーマティブアナリティクス、ラーニングアナリティクス、自己調整学習

Keywords: Formative Analytics, Learning Analytics, Self-regulated Learning

1. はじめに

ラーニングアナリティクス (Learning Analytics) (図 1) の中で使われる、フォーマティブ

アナリティクス (Formative Analytics) と呼ばれる新しい研究領域が出現している。



図 1: ラーニングアナリティクスの作業手順 (Yoshida & Khlaisang, 2018)

これは、eラーニングや大規模オンライン公開講座 (Massive Open Online Course: MOOC) などオンラインでの教育機会が広がった大学教育と、大容量の学習データを収集し、データマイニングの手法を活用して分析、可視化可能になった情報処理環境が相乗して広がった教育分析・評価の手法である (図 1)。

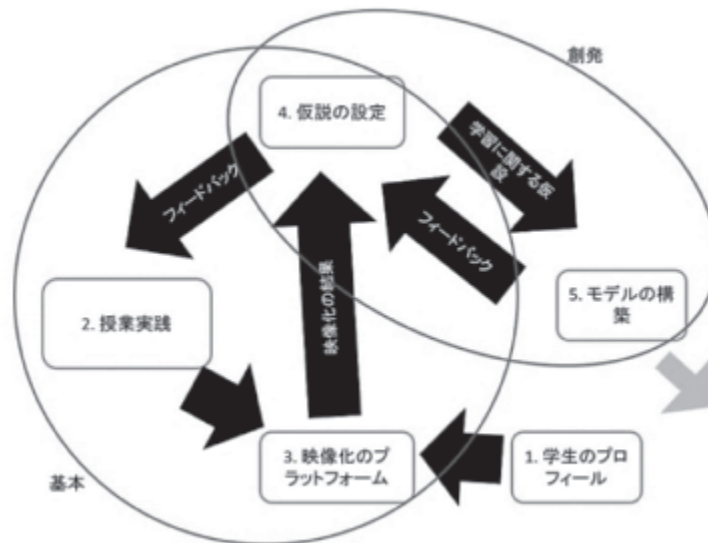


図 2: ラーニングアナリティクスの分析手順 (Yoshida & Khlaisang, 2018 より著者翻訳)

ラーニングアナリティクスでは、収集した学習・指導データを蓄積し (図 1: LRS)、学習者のプロフィールデータと併せて (図 2: 3) 主に担当教師や、教育機関の管理者が学習過程を理解するために用いている。そして、学習者への支援が必要であるかを予測するために結果を活用している (図 1: Visualization, Automation)。すなわち、継続して学習者の活動データを蓄積し、学習モデルの仮説を更新するところに特徴がある (図 2: 4, 5)。得られた結果はダッシュボード型にまとめられた図表化された表現で提案されることが多く、これにより教師が学習の達成状況や授業への評価を知ることができるよう配慮されている。これまで、見えにくかった学習者の学習行動の詳細を可視化でき、学習の実態から実践を改善できる可能性がある。

このラーニングアナリティクスの実践と研究は世界的規模で広がっている。そして、そこで提供される管理情報や、教師用ダッシュボードなどを通じた情報提供に留まらない、学習者への積極的な学習支援や学習での足場づくりなどの役割を担うフォーマティブアナリティクスが注目されている（Sharples et al., 2016, p. 132）。見方を変えるとフォーマティブアナリティクスは、ラーニングアナリティクスからの情報が、実際の学習成果に結びつくまでの間を繋ぐ教育的役割を持つ。すなわち、解析データの利用者として主に学習者が意図されており、この点がラーニングアナリティクスとフォーマティブアナリティクスの違いとなる（Sharples, 2019, pp.130-131）。フォーマティブアナリティクスという用語は、翻訳すれば「形成的分析論」となるが、教育評価で使われてきた総括的評価（Summative Assessment）の対意語である形成的評価（Formative Assessment）や、統計で使われている反映的モデル（Reflective Model）の対意語である形成的モデル（Formative Model）との混同を避けるために、本稿では以降フォーマティブアナリティクスと表記する。

フォーマティブアナリティクスは、「何を学んでいるか、何を改善できたか、どの目標を達成できたか、さらにどのように進めたらいいのか」といった点について学習者を支援する方法である。そのためフォーマティブアナリティクスでは、リアルタイムで自動化・個別化した、学習過程でのフィードバックや学習経路の可能性に関する情報の提供を通じて個別の学習者の潜在力を引き出すことを狙っている（Sharples et al., 2016, p. 132）。すなわち、多くの既存の分析論研究が、学習を対象にした分析（Analytics of Learning）について取り組んでいるのに対して、フォーマティブアナリティクスでは、（その後の）学習を伸長するための分析（Analytics for Learning）に基づく支援提供を目指している（Tempelaar, Heck, Cuypers, van der Kooij, & van de Vrie, 2013）。過去から現在に至る事象の分析ではなく、現在から未来に向かう時間を基礎にして学習活動へ貢献する分析である。この点では、ラーニングアナリティクスと研究基盤の時間軸が一致する。

フォーマティブアナリティクスの具体的な方法では、設問の解答内容やレポートのフィードバックといった学習成果物の評価に加えて、例えば「学習者がどの資料を閲覧したか、それぞれの学習活動での活動時間、設問への解答時間、学習支援の要請の有無、どのようにオンラインでの議論に貢献したか」などの学習活動を対象にした分析が行われる（Tirri, 2014, p. 131）。

関連する研究報告が出現し始めている背景をふまえて、本報告では、現在黎明期のフォーマティブアナリティクス諸研究の動向を分析することより、情報化社会の大学教育の将来について議論することを目的としている。

2. フォーマティブアナリティクスの手法

学習者の伸長を追いかけ、苦心している点や、改善法についてフィードバックを提供するには、多くの方法が存在する。以下は、そのためのデータ処理手法とその例を3点にまとめたものである（Sharples, 2019, p. 132）。

1) 学習活動の評価：グループ学習活動の評価や試験成績に基づいて、設問への解答内容に対して付加的資料提示の効果の有無が効果的であったかどうかを解釈する。ここから、「この単位では、この資料を見た学生が多く達成できた」というような助言を導く。(事例データの活用)

2) 学習者の行動比較：比較情報を提供し応答を求める。例えば「多くの学生がこの資料を見た」、「このテストの平均点は..」、「この話題についてオンラインで積極的な議論がある」などの助言に基づく反応の分析である。(学習者の比較)

3) 先進的手法に基づく情報：学習者からの情報収集では、ウェアラブルデバイスの活用、スクリーン画面上の学習者のアイカメラからの視点移動のデータの利用など、先進的な手法を利用した更なる情報収集も行われている。(ビッグデータの活用)

これまで使われてきた試験の成績や出席、メール交換等の情報に留まらず、ノート記録、授業ビデオなどの行動データ、さらには視線や、血圧、心拍数などの生体情報の利用などの細かな情報を包含するデータをマルチモーダル (Multimodal) というが、その分析から導かれたフィードバックは、学習者にとっては便利であると同時に、情報過多により学習者の学習を混乱させるリスクも存在し枷になってしまう場合がある。多すぎるフィードバックが、学習者に侵襲的となったり、学習者の行動の追跡が倫理的課題を生んだり、学習意欲を低下させる懸念もある。そのためフォーマティブアナリティクスでは、これらの支援と混乱の間の微妙なバランスについて取り組んでいる。

以下、表1に関連知見を紹介する。

表1 フォーマティブアナリティクスの手法に関する知見

出典	方法
ALEKS www.aleks.com	チューターシステム オンライン学習を継続監視して、鍵になる概念と概念間の関係についての理解を評価する。学習者は何を知ったのか、どのように理解を改善できるかについてフィードバックを受ける。そして、学習可能な次の単位について選ぶことができるようになる。
Sharma, Jermann, and Dillenbourg (2014)	学習者の視点データの収集と活用。学習者の注視に基づくフィードバックが学習過程の改善に成果を及ぼした。
Spann, Schaeffer, and Siemens (2017)	ウェアラブルデバイスの利用の効果について試行。映像刺激と心拍数との関係より自己調整学習への貢献を指摘した。
Fesol, Salam, and Bakar (2018)	ウェアラブルデバイスの技術について紹介。各デバイスから得られるデータとオンライン授業の要素、情報に基づいて、学習者の意欲や参加性を引き出す可能性について関係モデルを提案。
Shacklock (2016)	学生のIDを利用した学内での行動履歴、端末へのアクセス記録、図書館の図書やオンライン資料の利用履歴、電子資料のどこを閲覧したかの履歴など幅広くビッグデータ収集する機関の準備について提言する。

3. 実践での効果

テンペラーらは（Tempelaar, Rienties, & Giesbers, 2015）、e-ラーニングと対面指導を併用したブレンディド学習を使った数学の授業で、学生の自己レポート学習を導入し、それと実際の参加ログ記録と組み合わせ、適時のフィードバックを学生に提供することで、学習が遅滞していた学生に学習改善効果を及ぼしたことを報告している。彼らはその後、学生の「学習のやり方（Learning Disposition）」に関するデータに注目した。この「学習のやり方」は「思考習慣（Habits of Mind）」（Murphey, Sekiguchi, & Nishimura, 2004）とも呼ばれ、学習者が困難な課題に直面した時に、それを乗り越えるために駆使される学習習慣のことである。

16 の思考習慣

1. 粘り強く取り組む（Persisting）
2. 衝動的な行動を控える（Managing impulsivity）
3. 理解と共感を持って聞く（Listening with understanding and empathy）
4. 柔軟に考える（Thinking flexibly）
5. 自分が何を知っているのかよく考える（Thinking about your thinking (metacognition)）
6. 正確さを追求する（Striving for accuracy and precision）
7. 疑問を持ち、問題を提起する（Questioning and problem posing）
8. 先行知識を新たな状況に適用する（Applying past knowledge to new situations）
9. 考えを明確・性格に伝える（Thinking and communicating with clarity and precision）
10. 全感覚を動員してデータを集める（Gathering data through all senses）
11. 創造性、想像力、革新性を働かせる（Creating, imagining, innovating）
12. 驚きと畏敬に反応する（Responding with wonderment and awe）
13. リスクを冒す（Taking responsible risks）
14. ユーモアを見つける（Finding humour）
15. 力を合わせて考える（Thinking interdependently）
16. 常に広い心で学び続ける（Remaining open to continuous learning）

彼らの調査研究では、まず、オンラインチュートリアル記録の分析を通して学生を、予想されるリスク別に群編成しプロファイリングした。そして、「学習のやり方」とオンラインシステムからのデータから作成した予測モデルを使った、実用的な学習介入に変換する有効な方法を提案している（Tempelaar, Rienties, Mittelmeier, & Nguyen, 2018）。また、この思考習慣は、変容的学習（Transformative Learning）に関係している。変容的学習では、学習者が当然と思っていた概念的枠組み（Meaning perspectives, Habits of mind, Mind-set）について、内省的に検討して、新たな場面でさらなる真理や正当性を示す信念や意見を作る過程を学習として位置づけている（Mezirow, 2000）。このように学習を単なる知識の獲得としてではなく、概念変容の場として考えると、思考習慣がその起点となる注目すべき学習行動であることがわかる。そして、現在オンライン交流を活用した教育実践が可能となり、コース外の人々とオンライン交流する中で変容的学習が展開する教育が広がっており（例えば Kim, Wong, & Lee, 2018）、ラーニングアナリティクスやフォーマティブアナリティ

クスの基盤となるデータを拡張して収集する必要性が出現している。
 このように、ラーニングアナリティクスの試行は広がるが、加えて、運用で見られた問題
 に対応する様々な教育的配慮に関する研究も展開する。以下の表2でフォーマティブアナ
 リティクスの実践研究について紹介する。

表2 フォーマティブアナリティクスの実践

出典	内容
Bodily et al. (2018)	多くのラーニングアナリティクスで使われているダッシュボードフィードバックで、ダッシュボードをうまく活用できるような、自己調整学習を支えるための仕組みや表示の概念化研究を紹介。
Uskov, Bakken, Penumatsa, Heinemann, and Rachakonda (2017)	現代的な教育方法でのラーニングアナリティクスについて、検討。為すことで学ぶ授業 (learning by doing)、反転授業 (flipped classroom)、ゲームベースラーニング (game based learning)、適応指導 (adaptive teaching)、内容重視学習 (content based learning)、協働学習 (collaborative learning)、ラーニングアナリティクス (learning analytics)、私物端末の利用方略 (bring your own device strategy)、個別問い合わせ学習 (personal enquiry based learning)、クロスオーバー学習 (crossover learning)、ロボティクスベースド学習 (robotics based learning) などが検討され、学習者の高い興味喚起の効果が報告されている。
Kickmeier-Rust, Bull, and Albert (2016)	LEA's BOX プロジェクトでの知見。教育心理的要因に注目し、学習進度の判定ではなく、学習者に概念や能力に関した働きかけをシステムから行うことを重視している。
Higher Education Commission, London Shacklock (2016)	フォーマティブアナリティクスを活用した高等教育での評価活動の意義について説明。公式推奨6にラーニングアナリティクスをフォーマティブアナリティクスのために活用することが示されている。学習活動に否定的なフィードバックを繰り返し送っても、学習者の参加性を低下させる可能性を指摘。チューターが何を提示するのが効果的か選択できることの必要性を示す。
Sclater, Peasgood, and Mullan (2016)	学生がダッシュボードデータを活用する肯定的な効果について英国の知見をまとめた。

4. 関係する教育理論と展開

ラーニングアナリティクスで収集される学習記録に基づいて、学習者に提供されるフィードバックを、どのように学習者が活用して学習達成に結び付けることができたかという点の研究も広がっている。そして、フォーマティブアナリティクスを効果的に達成する教育理論の基盤として、学習者の自己調整学習 (Self-regulated Learning) の違いに注目した支援の方法が議論されている (Chanpet, Chomsuwan, & Murphy, 2018; Winne, 2017)。

この理論は、自己調整された、学習者個人の学習目標獲得のために計画され、繰り返し調整される思考、感情、行動と定義されている (Zimmerman, 2000)。ここでは、適切な自己調整学習の出現は、個別の学習目標を達成するために必要な方術であるとして理解されている (Trevors, Feyzi-Behnagh, Azevedo, & Bouchet, 2016)。

一方、自己調整学習を学習者の内部機能から見ると、そこでは社会認知理論 (Social Cog-

nitive Theory) が関係する。これに関して、学習記録から、学習者の感動や行動、認知などに注目して、作成した文書の中の感情的表現や、報告した感想、学習参加記録、学習時間、クリックの頻度と時間、課題への取り組み方、課題達成状況、問題解決での採用技法などのデータに基づき、個別対象に加えて全体についての自己調整学習の在り方についても調査や試行が行われている (D'Mello, Dieterle, & Duckworth, 2017; Panadero, Klug, & Järvelä, 2016)。その結果、個人的、行動的、環境的という自己調整について指導する際に考慮すべき3つの様相が提案されている (Bandura, 1986; Bandura & Cervone, 1983)。

さらに自己調整の過程として

1. 自己観察
2. 判断過程
3. 個人的基準に基づく自己反応の影響

の3点が提案されている。これは、換言すれば学習者が自らの「学習のやり方」を改訂する過程である。そして、社会認知理論では、その後の自己管理を、個人の目標の設定とその目標を達成に向けて進める人間行動の組織的な過程として考え (Zimmerman & Lebeau, 2000)、現在のフォーマティブアナリティクスの諸研究に繋がっている。

一方、ヨーロッパで展開するリーズボックスプロジェクト (Lea's Box Project) (Kickmeier-Rust et al., 2016) には「ラーニングアナリティクスツールボックス」という機能がある (例：図3)。

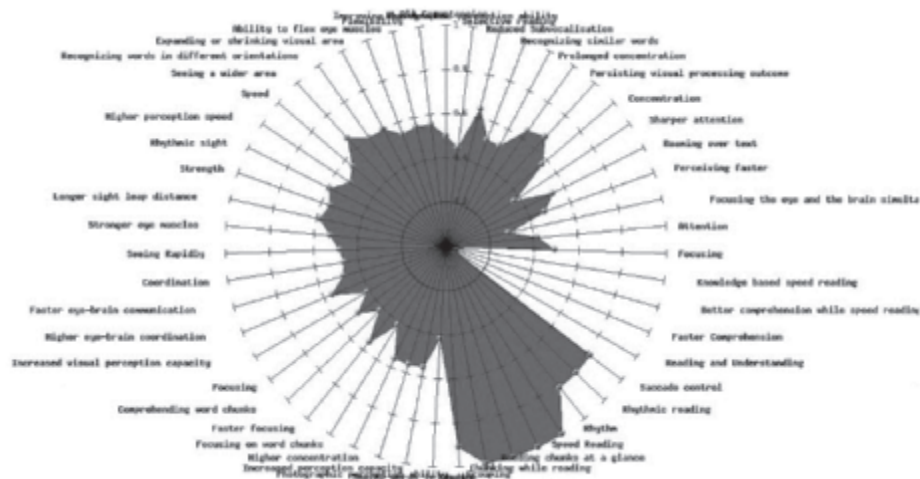


図3 リーズボックスのビジュアル表現の例 (https://youtu.be/Snfi_qsutxc より)

これは能力を中心とした複数の資料を参照した音声、心理・教育モデルを基礎にしたフォーマティブアナリティクスの手法で (Kickmeier-Rust & Albert, 2017)、ラーニングアナリティクスに重要な機能として、構造的領域や学習モデルで使われている能力ベースの知識空間理論 (Competence-based Knowledge Space Theory; CbKST) や形成概念分析 (Formal Concept Analysis; FCA) を導入している。

5. おわりに

フォーマティブアナリティクスのように他の教育手法以上に学習者に情報機器の活用が求められる環境では、学習者の情報リテラシーの向上のための組織的な対応に加えて、授業やラーニングアナリティクスの整備や信頼性の向上、効果的フィードバック提供に必要な教師や管理者の労力負担が課題となっている（Ossiannilsson, 2017）。

さらに、既存の学習形態を見直し、フォーマティブアナリティクスや学習達成に貢献できる授業の在り方に関する提案も見られる。例えばオンライン問題解決学習（Online Problem Based Learning）（Prineas & Cini, 2011）、eポートフォリオ（e-portfolio）（Brown, 2015）である。このような授業そのものの改善のためには学習者の支援策に加えて、指導者の授業設計能力の再研修等の施策も必要となる。そのため時間と労力、費用の負担の大きいラーニングアナリティクスのデータ整備（図1: data cleansing）作業と同様に、フォーマティブアナリティクスのための人材再開発は、組織整備、予算確保等、大学教育の情報化の隘路となるものと考えられる。

一方、ラーニングアナリティクスにつながっている大規模オンライン公開講座の諸研究では、組織の垣根を超えて学習データを共有し、教育研究に役立てようという動きがある（例えばIMS Global Learning Consortium, 2019）。もとより大規模オンライン公開講座は授業内容を公開することを前提にして展開して来たため、学習データのメトリック（観点、指標）が共有されると、データを交流するような研究活動が広まりやすい背景がある。しかし学習情報は、たとえ匿名化してもメトリクスが輻輳すれば個人情報特定に繋がりやすい。また、一般に大学の情報サービスを利用している教員、学生個人は、このような全体論的枠組みに対する興味が限られ、教授・学習改善を目指していても、個別環境の要素主義的観点を重視すると同時に他者によるデータ利用を許諾しにくいものと思われる。このようなデータの公開に対しての逡巡や躊躇の枚挙に暇はないが、研究トレンドは明確である。そのためデータの共有はこれからの大学の学術交流と、情報管理の重要な課題となっている。

参考文献

- Bandura, A. (1986). Social foundations of thought and action. *A Social Cognitive Theory*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Bandura, A., & Cervone, D. (1983). Self-evaluative and self-efficacy mechanisms governing the motivational effects of goal systems. *Journal of personality and social psychology*, 45(5), 1017.
- Bodily, R., Kay, J., Aleven, V., Jivet, I., Davis, D., Xhakaj, F., & Verbert, K. (2018). *Open learner models and learning analytics dashboards: a systematic review*. Paper presented at the Proceedings of the 8th international conference on learning analytics and knowledge, Sydney, Australia.
- Brown, S. (2015). The Impact of the ePortfolio tool on the process: Functional decisions of a new genre. *Theory into Practice*, 54(4), 335-342.
- Chanpet, P., Chomsuwan, K., & Murphy, E. (2018). Online project-based learning and formative

- assessment. *Technology, Knowledge and Learning*. Retrieved from doi:10.1007/s10758-018-9363-2
- D'Mello, S., Dieterle, E., & Duckworth, A. (2017). Advanced, analytic, automated (AAA) measurement of engagement during learning. *Educational psychologist*, 52(2), 104-123.
- Fesol, S., Salam, S., & Bakar, N. (2018). Framework for enhancing learning experience with wearable technology in technical MOOC. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, 10(2-2), 83-91.
- IMS Global Learning Consortium. (2019). Caliper metric profiles: common explanations. Retrieved from <https://www.imsglobal.org/caliper-11-metric-profiles>
- Kickmeier-Rust, M. D., & Albert, D. (2017). *Using structural domain and learner models to link multiple data sources for learning analytics*. Paper presented at the MMLA-CrossLAK@LAK, Vancouver, Canada.
- Kickmeier-Rust, M. D., Bull, S., & Albert, D. (2016). *LEA's BOX: Practical competence-oriented learning analytics and open learner modeling*. Paper presented at the LAL@LAK.
- Kim, J., Wong, C.-Y., & Lee, Y. (2018). Transformative Learning Through an Online Global Class Project in Teacher Education. *The Teacher Educator*, 53(2), 190-207.
- Mezirow, J. (2000). Learning to think like an adult. In J. M. a. Associates (Ed.), *Learning as transformation: Critical perspectives on a theory in progress* (pp. 3-33). CA: Jossey-Bass.
- Murphey, T., Sekiguchi, M., & Nishimura, C. (2004). ASCD: An excellent resource for EFL teachers. *Explorations in Teacher Education*, 12(4), 35-42.
- Ossiannilsson, E. (2017). *Blended learning-state of the nation*. Oslo, Norway: International Council for Open and Distance Education.
- Panadero, E., Klug, J., & Järvelä, S. (2016). Third wave of measurement in the self-regulated learning field: when measurement and intervention come hand in hand. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 60(6), 723-735.
- Prineas, M., & Cini, M. (2011). *Assessing learning in online education. The role of technology in improving student outcomes*. IL: University of Illinois.
- Sclater, N., Peasgood, A., & Mullan, J. (2016). Learning analytics in higher education. A review of UK and international practice. Full report. *A review of UK and international practice Full report, (April)*, 40.
- Shacklock, X. (2016). From bricks to clicks: *The potential of data and analytics in higher education*: Higher Education Commission London.
- Sharma, K., Jermann, P., & Dillenbourg, P. (2014). *How students learn using MOOCs: An eye-tracking insight*. Paper presented at the Proceedings of the 2nd MOOC European Stakeholders Summit, Lausanne.
- Sharples, M. (2019). *Practical Pedagogy: 40 New Ways to Teach and Learn*: Routledge.
- Sharples, M., de Roock, R., Ferguson, R., Gaved, M., Herodotou, C., Koh, E., . . . Rienties, B. (2016). Innovating pedagogy 2016: Open University innovation report 5.
- Spann, C. A., Schaeffer, J., & Siemens, G. (2017). *Expanding the scope of learning analytics data: preliminary findings on attention and self-regulation using wearable technology*. Paper

- presented at the Proceedings of the Seventh International Learning Analytics & Knowledge Conference.
- Tempelaar, D. T., Heck, A., Cuypers, H., van der Kooij, H., & van de Vrie, E. (2013). *Formative assessment and learning analytics*. Paper presented at the Proceedings of the third international conference on learning analytics and knowledge, Leuven, Belgium.
- Tempelaar, D. T., Rienties, B., & Giesbers, B. (2015). In search for the most informative data for feedback generation: Learning Analytics in a data-rich context. *Computers in Human Behavior*, 47, 157-167.
- Tempelaar, D. T., Rienties, B., Mittelmeier, J., & Nguyen, Q. (2018). Student profiling in a dispositional learning analytics application using formative assessment. *Computers in Human Behavior*, 78, 408-420.
- Tirri, K. (2014). The last 40 years in Finnish teacher education. *Journal of Education for Teaching*, 40(5), 600-609.
- Trevors, G., Feyzi-Behnagh, R., Azevedo, R., & Bouchet, F. (2016). Self-regulated learning processes vary as a function of epistemic beliefs and contexts: Mixed method evidence from eye tracking and concurrent and retrospective reports. *Learning and Instruction*, 42, 31-46.
- Uskov, V. L., Bakken, J. P., Penumatsa, A., Heinemann, C., & Rachakonda, R. (2017). *Smart pedagogy for smart universities*. Paper presented at the International Conference on Smart Education and Smart E-Learning, Vilamoura.
- Winne, P. H. (2017). Leveraging big data to help each learner upgrade learning and accelerate learning science. *Teachers College Record*, 119(3), 1-24.
- Yoshida, M., & Khlaisang, J. (2018). *MOOCs in the future institutional reform to activate learning analytics (LA) for Asian Universities*. Paper presented at the The 9th TCU International e-Learning Conference 2018. MOOCs and Beyond, BITEC Bangna: Bangkok, Thailand.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13-39). CL: Academic Press.
- Zimmerman, B. J., & Lebeau, R. B. (2000). A commentary on self-directed learning. In D. H. Evensen & C. E. Hmelo (Eds.), *Problem-based learning: A research perspective on learning interactions* (pp. 299-313). NJ: Erlbaum.