

氏 名 綾部 宏明

学位(専攻分野) 博士(理学)

学位記番号 総研大甲第 2673 号

学位授与の日付 2026 年 3 月 24 日

学位授与の要件 生命科学研究科 生理科学専攻
学位規則第6条第1項該当

学位論文題目 Beyond the Undermining Effect: Extrinsic Rewards Preserve
Neural Intrinsic Reward

論文審査委員 主 査 竹村 浩昌
生理科学コース 教授
福永 雅喜
生理科学コース 教授
北城 圭一
生理科学コース 教授
田邊 宏樹
名古屋大学 大学院情報学研究科 教授

博士論文の要旨

氏 名： 綾部 宏明

論文題目：

Beyond the Undermining Effect: Extrinsic Rewards Preserve Neural Intrinsic Reward

I conducted this study to resolve a long-standing problem in motivation research: previous studies assumed that *liking* (intrinsic value, a proxy for hedonic experience) and *wanting* (behavioral action, a proxy for motivational drive) always varied together, which obscured why extrinsic reward withdrawal could either undermine or preserve intrinsic motivation. The Self-Determination Theory posits that withdrawing extrinsic rewards often diminishes intrinsic motivation, yet this undermining effect varies by reward category, such as monetary incentives versus social praise. The mechanism of this variability has remained unclear, largely because intrinsic motivation was conceptualized as a single construct without separating its value (*liking*) and action (*wanting*) components. I hypothesized that extrinsic reward withdrawal would differentially affect *liking* and *wanting* depending on reward category.

To examine this hypothesis, I conducted a two-phase experiment combining functional magnetic resonance imaging (fMRI) with a behavioral free-choice measure. Fifty-four participants were randomly assigned to one of three groups: control (no rewards), monetary reward, or social reward. During Experiment phase 1, participants

in the reward groups received contingent monetary or social feedback while performing a stopwatch task, a timing task requiring an exact 5.0-second stop, known to generate high intrinsic reward, whereas the control group performed without extrinsic rewards. In Experiment phase 2, all groups repeated the task with no extrinsic rewards. I operationalized *liking* as intrinsic value, indexed by activation in predefined reward-related regions—the ventral tegmental area, nucleus accumbens, caudate nucleus, putamen, and the internal and external segments of the globus pallidus. *Wanting* was separately assessed as behavioral action during a subsequent free-choice interval (the task intermission), measured by the frequency of self-initiated task selections.

The results supported the hypothesis. First, *liking* declined in the control group across Experiment phases, consistent with repetition suppression, but it was preserved in both the monetary and social reward groups after withdrawal. I define this phenomenon as the *preserving effect*: the maintenance of *liking* after extrinsic rewards are removed, which constitutes the central finding of this study. Second, *wanting* decreased in the monetary reward group after withdrawal, replicating the classic undermining effect at the behavioral level. In contrast, *wanting* remained stable in the social reward group, demonstrating that social rewards can sustain both *liking* and *wanting*. Third, in the control group, participants sometimes continued to engage behaviorally without extrinsic rewards, yet neural *liking* declined, showing that *liking* and *wanting* can diverge. Together, these findings reveal that reward categories

produced distinct post-withdrawal trajectories of *liking* and *wanting*, and they directly challenge the assumption that the two always change together.

These patterns can be described as value–action (VA) dynamics. In the control group, *liking* (intrinsic *value*) decreased while *wanting* (behavioral action) was sustained. In the monetary reward group, *liking* was preserved, but *wanting* declined. In the social group, both value and action were preserved. This framework clarifies why prior research relying on a single index, typically free choice, produced inconsistent conclusions: *wanting* alone cannot fully represent intrinsic motivation.

By employing a dual-index framework, this study demonstrated that distinguishing *liking* from *wanting* provides a coherent account of reward-category differences. Methodologically, the two-phase fMRI design allowed real-time observation of *liking* during task execution, while a temporally separate *wanting* captured motivational drive. This approach revealed dissociations undetectable by single-index studies. Theoretically, distinguishing *liking* from *wanting* explains the variability of the undermining effect and grounds reward-category effects in component-specific processes. Practically, the findings suggest that monetary rewards may preserve *liking* even while undermining *wanting*, whereas social rewards can maintain both. Thus, incentive evaluation requires specifying not only whether rewards are present, but which category they are and which motivational component they influence. More broadly, the results show that behavior alone cannot represent the full

dynamics of motivation: *liking* may persist even when *wanting* declines, or engagement may continue despite fading value. This underscores the limitation of relying solely on *wanting* when assessing intrinsic motivation.

In conclusion, by separating *liking* and *wanting* with a two-phase fMRI design, I showed that extrinsic reward withdrawal produces distinct category-dependent trajectories. *Liking* was preserved in both reward groups, *wanting* fell only after monetary withdrawal, and in the absence of extrinsic rewards, *liking* declined even when *wanting* persisted. These results clarify the variability of the undermining effect, establish the *preserving effect* as a novel phenomenon, and advance a VA-dynamics account of intrinsic motivation under reward withdrawal.

(713 words)

Results of the Doctoral Thesis Defense

博士論文審査結果

Name in Full

氏名 綾部 宏明

Title

論文題目 Beyond the Undermining Effect: Extrinsic Rewards Preserve Neural Intrinsic Reward

内発的動機付けとは、外部からの報酬が得られない場合であっても、ヒトが興味や好奇心から自律的に活動に取り組む現象を指す。これまでの研究では、外的報酬の撤回により内発的動機付けが低下すること（アンダーマイニング効果）、その影響が報酬の種類の違いにより異なることが示されてきた。申請者の綾部氏は、アンダーマイニング効果の機序を再検討するため、内発的動機づけを価値（liking）と行動駆動（wanting）の二成分に分解して検証する研究を行った。具体的には、価値成分を機能的磁気共鳴画像法（functional magnetic resonance imaging; fMRI）による脳活動計測により評価し、行動駆動をfMRI実験終了後、自由選択下において自発的に実験参加者が課題を遂行した回数で測定するという研究デザインを採用した。実験では健常成人の実験参加者54名をコントロール（報酬なし）・金銭的報酬・社会的報酬（拍手）の3群に無作為に割り付け、fMRIデータの計測中に先行研究（Murayama et al., 2010; Miura et al., 2017）で用いられたストップウォッチゲーム課題を2回行わせた。この課題は行為と結果の結びつきが明瞭で、自律性と熟達感を喚起し、内発的に「面白い」活動として価値を生じやすいことが知られている課題である。金銭的報酬群と社会的報酬群においては、1回目の実験においては報酬が呈示されたが、2回目は報酬が撤回された。申請者はfMRIデータに対し、報酬情報処理に関連することが知られている脳領域（腹側被蓋野・側坐核・淡蒼球内節・淡蒼球外節・被殻・尾状核）における課題遂行時の脳活動強度を、各条件および各実験参加者群において推定し、統計的に比較する解析を行った。その結果、コントロール群においては価値が課題の反復施行により低下した一方、金銭・社会的報酬群においては報酬撤回後も価値に統計的に有意な変化は見られなかった。一方、自由選択下の課題遂行によって計測された行動駆動は金銭報酬群において報酬の撤回後統計的に有意な低下が見られたが、社会的報酬群においては撤回の前後で有意な違いは見られなかった。このことから本研究では、内発的動機付けの二成分である価値保持と行動駆動は乖離した低下パターンを示し得ること、外部報酬の種類によりこれらの二成分への影響が異なることが示され、従来の自己決定理論（self-determination theory; SDT）では説明できない内発的動機づけの多層性を明らかにした。このことは、内発的動機付けを対象とする実験心理学及び認知神経科学研究に新たな視点を与えるのみならず、教育学分野における報酬設計について考察する上でも有益な示唆をもたらす。審査委員会では、発表と質疑応答を通じて、申請者である綾部氏が当該研究を自身で主体的に遂行したこと、研究の背景となる内発的動機付けに関する関連分野の知識を有していること、研究デザインの妥当性やデータの解釈に関する質問に対して自身の考えで的確に回答できることを確認した。また、当該研究の成果がBehavioural Brain Research誌において査読付き原著論文として出版されていることが確認された。内発的動機付けを対象とした学術研究に新たな視点をもたらしていることが認められることから、本研究には十分な学術的価値および新規性が認められると判断した。このため審査委員会は全員一致で、博士の学位を授与するに値する研

究成果であると判断するに至った。