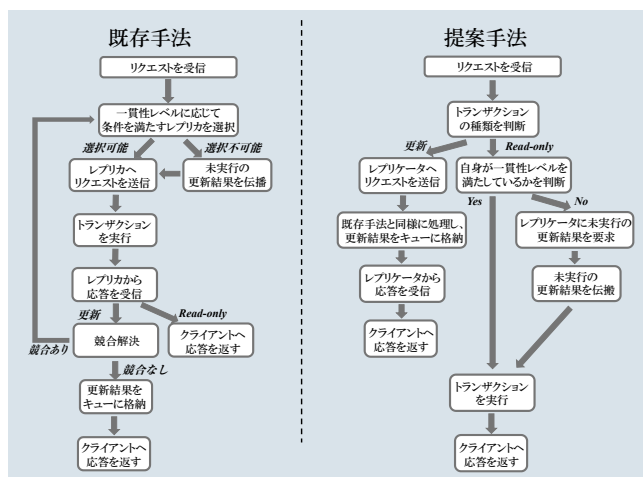




レプリカが存在しない場合は、レプリカの中から1つ選択し、そのレプリカ内の情報が一貫性レベルを満たすようにレプリケータ内に格納されている未実行の更新要求を強制的に伝搬させる。

提案手法は、レプリケータがミドルウェア部で動作するのではなく、バックエンド部で動作するように変更した。提案方式では、レプリケータだけでなく、各レプリカにおいても同様にバージョン管理を行い、一貫性制御を行い、処理負荷の軽減を行う。さらに、レプリケータがバックエンドで動作することにより、各クライアントからの全リクエストがレプリケータを経由する必要がなくなり、システム全体のボトルネックとなることを回避することができる。

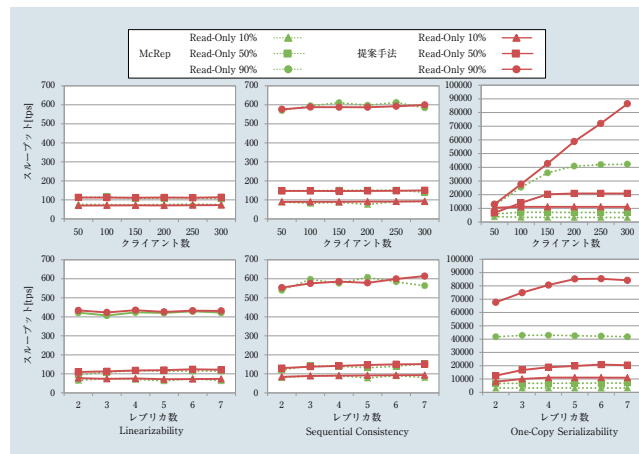
第2図右が提案手法の動作フローである。既存手法（同図左）と比較すると、更新トランザクションに関しては同様の処理を行うが、各レプリカで一貫性レベルを満たしている限り、Read-Onlyトランザクションに関しては、個々のサーバ内で処理を行うことが大きく異なる。



第2図 動作フローの比較

#### 4. 評価実験

第3図に評価実験結果を示す（詳しい実験環境は参考文献<sup>(3)</sup>を参照のこと）。線形化可能性と、順序一貫性の場合、従来手法と、提案手法は基本的な動作フローは同一のため、スループットに変化はない。しかしより制約の少ない直列化可能性においては、Read-Onlyトランザクションの比率の大小に係わらず、クライアント数・レプリカ数の増加に対して、スループットの向上が確認できる。特にRead-Onlyトランザクションの比率が高い場合には、数倍の性能向上が確認できる。



第3図 既存手法と提案手法の処理スループットの比較  
Read-onlyトランザクションとUpdateトランザクションの比率が1:9,5:5,9:1の場合

前段 クライアント数に対するスループット変化(左:線形化可能性、中央:順序一貫性、右:直列化可能性)

後段 レプリカ数に対するスループット変化(左:線形化可能性、中央:順序一貫性、右:直列化可能性)

#### 5. おわりに

ビッグデータ時代に最重要課題となる2次記憶上でのトランザクション処理におけるレプリケーションについて、従来の厳密一貫性を緩和することにより、性能向上を行うことが可能な方式について紹介した（なお詳細は文献を参照のこと）。ビッグデータ時代は、システムの処理性能は、CPU速度や主記憶量ではなく、もはや2次記憶の性能が重要となっている。従って今後も、クライアントの要求仕様に応じた一貫性制御は必須と考える。また提案手法ではレプリケータが単一故障点となっているが、この単一故障点を排除した方式についても文献<sup>(4)</sup>で提案している。

#### 参考文献

- (1) IDCレポート “The Digital Universe of Opportunities : Rich Data and the Increasing Value of the Internet of Things”, <https://www.emc.com/collateral/analyst-reports/idc-digital-universe-2014.pdf> (2017/5現在)
- (2) Raihan Al-Ekram and Ric Holt, “Multi-Consistency Data Replication”, IEEE 16th International Conference on Parallel and Distributed Systems, pp. 568-577(Dec.2010)
- (3) 太田 篤, 松野 雅也, 川島 龍太, 松尾 啓志: “複数の一貫性レベルを保証可能なバックエンドベースデータレプリケーション”, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.3, pp.812-822(Mar.2016)
- (4) Atsushi Ohta, Ryota Kawashima, Hiroshi Matsuo: “A Replication Protocol Supporting Multiple Consistency Models without Single Point of Failure”, IEICE Transactions on Information and Systems, Vol.E99-D, No.12, pp.3013-3023(Dec.2016)

#### 松尾 啓志 (まつお ひろし) 氏 略歴

1989年4月 名古屋工業大学電気情報工学科助手 その後、講師、助教授を経て  
2003年6月 同大学電気情報工学科教授  
現在 情報工学科教授、情報基盤センター長・サイバーセキュリティセンター長(併任)