

MRI によるグルコース検出を志向した磁性ナノセンサーの開発

(東工大化生研¹・JST さきがけ²・産総研³・量研⁴) ○岡田 智^{1,2}・高安 聡子³・住吉 晃⁴・青木 伊知男⁴・中村 浩之¹

Development of a Magnetic Nanosensor for MRI-Based Glucose Sensing (¹Laboratory for Chemistry and Life Science, Tokyo Institute of Technology, ²PRESTO, JST, ³National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ⁴National Institutes for Quantum Science and Technology) ○Satoshi Okada,^{1,2} Satoko Takayasu,³ Akira Sumiyoshi,⁴ Ichio Aoki,⁴ Hiroyuki Nakamura¹

Glucose sensors for NMR relaxometry and magnetic resonance imaging (MRI) allow for the direct measurement of glucose in turbid biological specimens. We developed a magnetic glucose sensor based on superparamagnetic iron oxide nanoparticles conjugated to a mannopyranoside derivative and concanavalin A (ConA). The binding of mannopyranoside groups to ConA produced a nanoparticle cluster that was dissociated by competitive binding of glucose to ConA. As a result, the sensor caused significant changes in the transverse relaxation time (T_2) in physiological glucose levels of 3–8 mM at a nanoparticle concentration of 0.5 nM. Significant T_2 changes were observed within 6 min in the presence of 5 mM glucose. Sensor-based MRI scans permitted a measurement of multiple samples within 8 min.

Keywords : Glucose; Magnetic Nanoparticles; MRI; Concanavalin A

NMR や磁気共鳴イメージング (MRI) は、紫外可視・蛍光分光法では困難な混濁試料の分析に有用である。そこで、NMR 緩和時間測定による血中グルコースの直接測定を目指し、グルコースに応答する磁性ナノセンサーを開発した。センサーは、マンノース誘導体を結合した酸化鉄ナノ粒子とコンカナバリリン A (ConA) の相互作用を介した凝集体である (図)¹⁾。グルコースがナノ粒子と競合し ConA に結合することで凝集体が解離し、センサーはグルコース濃度依存的な T_2 短縮を引き起こす。0.5 nM のナノ粒子濃度のセンサーを用いることで、血中濃度に相当する 3–8 mM のグルコースを NMR- T_2 測定により検出できた。さらに、磁性ナノセンサーとグルコースの混合溶液を 6 つの PCR チューブに入れ、1 テスラのベンチトップ MRI でスキャンすると、グルコース濃度に応じた画像を 8 分以内で取得できた (図)。

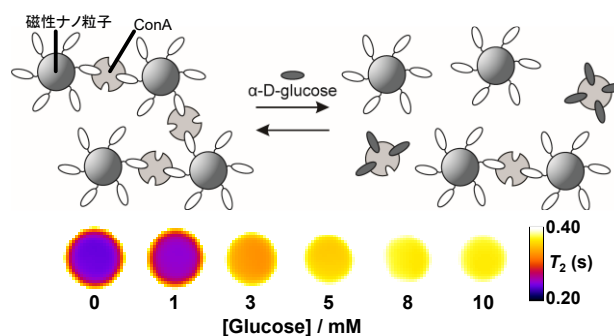


図. 磁性ナノセンサーの検出原理とグルコースに応答した T_2 -MRI。

1) S. Okada, S. Takayasu, A. Sumiyoshi, I. Aoki, H. Nakamura, *Anal. Sci.* **2021**, 37, 1765.