

QUESTにおけるサニャック干渉型光CTによる磁場コイル電流微細測定

Fine measurement of field coil current by Sagnac interferometer optical CT on QUEST

中村 一男¹, 御手洗 修², 飯尾 俊二³, 長谷川 真¹, 徳永 和俊¹, 荒木 邦明¹, 関子 秀樹¹,
花田 和明¹, 藤澤 彰英¹, 出射 浩¹, 永島 芳彦¹, 川崎 昌二¹, 中島 寿年¹, 東島 亜紀¹, 永田 貴大¹
K. Nakamura¹, O. Mitarai², S. Tsuji-Iio³, M. Hasegawa¹, K. Tokunaga¹, K. Araki¹, H. Zushi¹,
K. Hanada¹, A. Fujisawa¹, H. Idei¹, Y. Nagashima¹, S. Kawasaki¹, H. Nakashima¹,
A. Higashijima¹, T. Nagata¹

九大応力研¹, サスカチュワン大², 東工大工³
RIAM, Kyushu Univ.¹, U of Saskatchewan², Tokyo Tech³

球状トカマク QUEST において加熱などによりプラズマエネルギーが上昇すれば、反磁性効果により、プラズマ中のトロイダル磁場は真空磁場より変化する。この磁場変化により誘導される微細なトロイダル磁場コイル電流変化を光CT（ファラデー回転）で測定することによりプラズマエネルギーの上昇を逆算できる。

最初はファラデー回転の計測ができる最低限の光学機器にて TFC 電流を実環境で計測する。SLD 光源→偏波保持光ファイバ→偏光子→シングルモード光ファイバ（22 ターン）→偏光子→マルチモード光ファイバ→InGaAs ディテクタの光学回路構成を用いて、約 7A、約 265 ターンのコイル電流（60Hz）を測定した（図 1 左）。偏光子と偏光子の間のシングルモード光ファイバのヴェルデ定数は $1.7 \times 10^{-6} \text{ rad/A}$ と逆算される。最終的な測定対象である TFC 給電ブスバーは 1 ターンであるので、原理的には光ファイバを TFC 給電ブスバーに $22 \times 265 = 6000$ ターン巻けば、トロイダル磁場コイル電流の $50\text{kA} \div 7\text{A} = 7000$ 分の 1 の反磁性効果を測定可能である。

次に、ファラデー回転の計測には光ファイバの形状が温度、振動により変化しても検出誤差とならず、光ファイバとの相性が良いサニャック干渉法（ループ型）（Fig. 2 in [1]）にて上記コイル電流（60Hz）を測定した（図 1 右）。本測定では InGaAs ディテクタにおける 120Hz のノイズが大きく、コイル電流（60Hz）波形にも同ノイズが重畳されている。

最終的には、反磁性効果電流変化は微小であるが、トロイダル磁場コイル電流が 50kA と大きいことを利用して、サニャック干渉法（ループ型）（Fig. 1 in [1]）の実験に必要な光学機器（ヴェルデ定数が大きく、複屈折率の小さな光ファイバ）および変調および計測に必要な 2 位相ロックインアンプにて TFC 電流を実環境で計測する。

[1] Y. Ichinose, M. Abe: Measurement of Plasma Current Using Sagnac Interferometer Current Trans-former, J. Plasma and Fusion Res. **76**, No.6, 593-600 (2000).

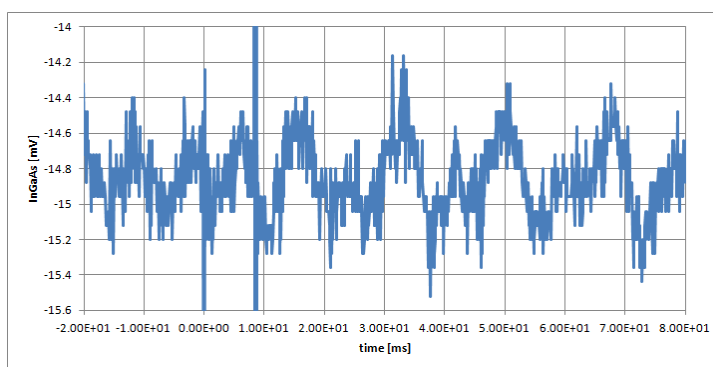
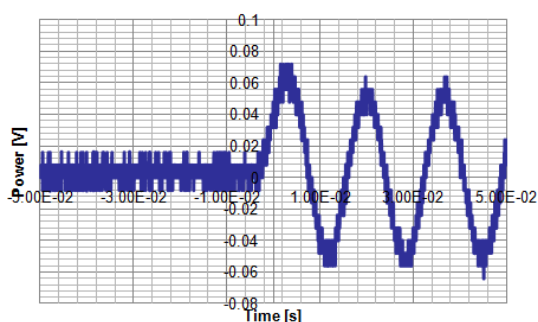


図 1: 2 偏光子およびサニャック干渉計によるコイル電流測定結果