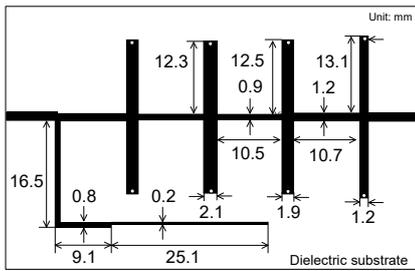
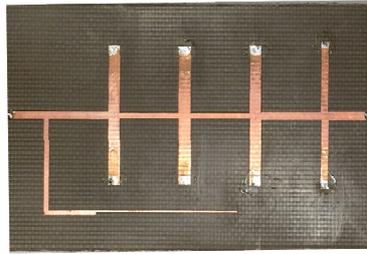


マイクロ波・準ミリ波帯広帯域バンドパスフィルタ

- 広帯域・低損失・高い周波数選択特性を有し、製作が容易なバンドパスフィルタ

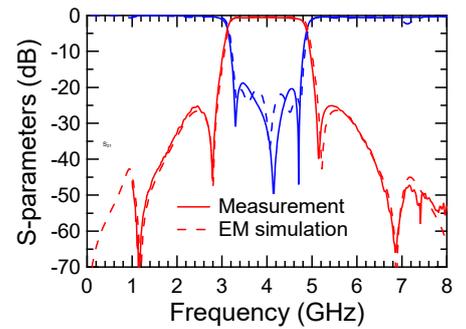


複数の伝送零点を有する5段広帯域BPF ($f_0=4$ GHz, $FBW=40\%$)

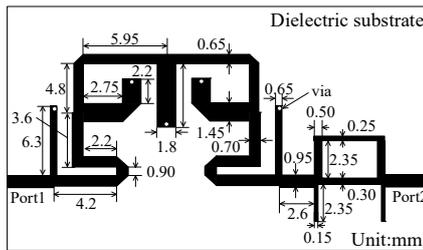


Substrate with $\epsilon_r=2.9$, thickness $t=0.5$ mm

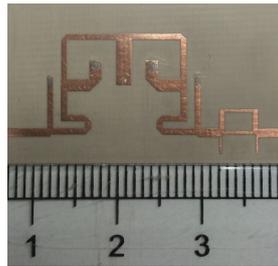
試作フィルタ



周波数特性

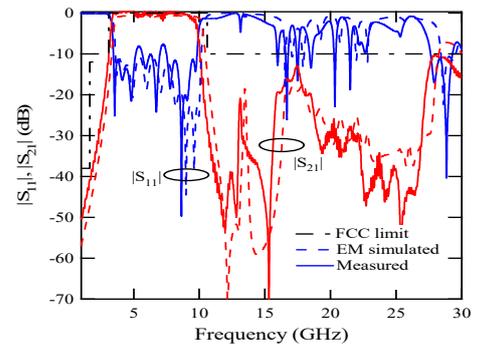


広い阻止域を有する9段UWB BPF ($f_0=6.85$ GHz, $FBW=95\%$)

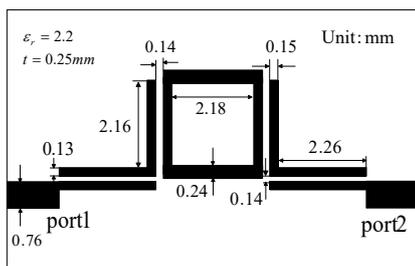


Substrate with $\epsilon_r=4.5$, thickness $t=0.5$ mm

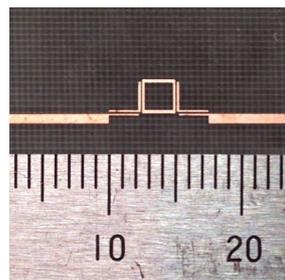
試作フィルタ



周波数特性

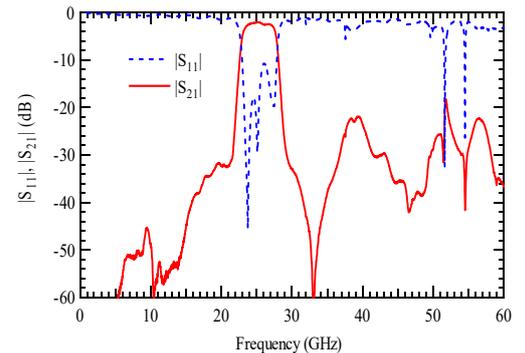


準ミリ波帯4段UWB BPF ($f_0=25.5$ GHz, $3\text{dB-}FBW=20\%$)

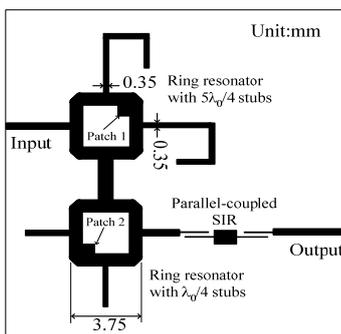


Substrate with $\epsilon_r=2.2$, thickness $t=0.25$ mm

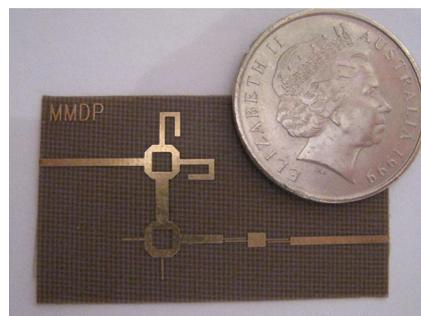
試作フィルタ



周波数特性

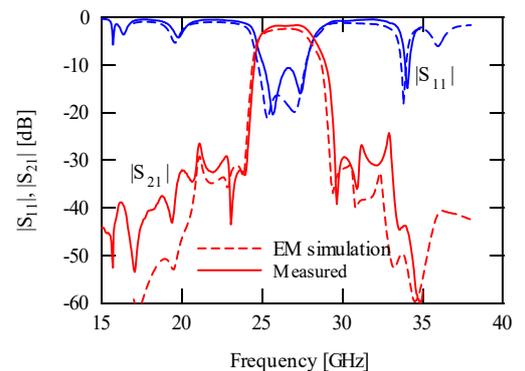


準ミリ波帯4段UWB BPF ($f_0=25.5$ GHz, $3\text{dB-}FBW=20\%$)



Substrate with $\epsilon_r=2.2$, thickness $t=0.25$ mm

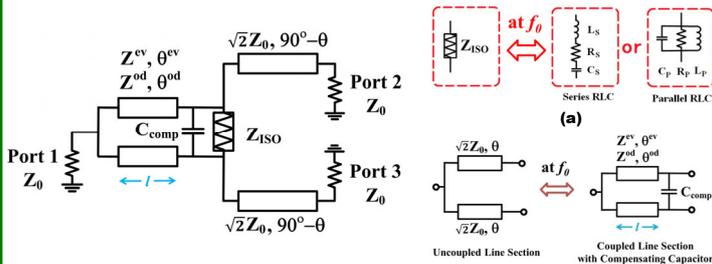
試作フィルタ



周波数特性

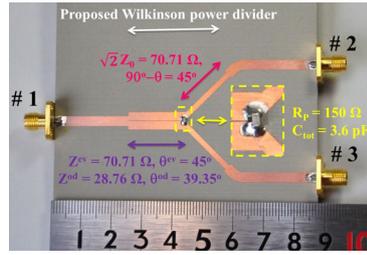
小型ウィルキンソン型電力分配器

- 特性インピーダンスと位相の補償のためにキャパシタを装荷
- 結合線路を用いて回路サイズを約50%まで小型化

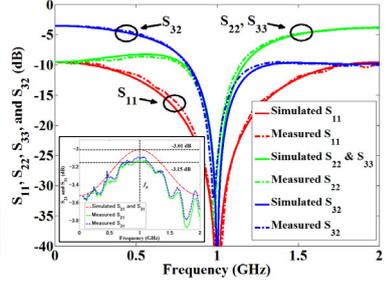


提案電力分配器

等価回路



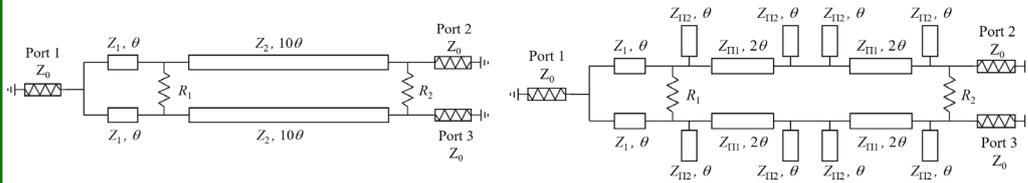
試作回路



周波数特性

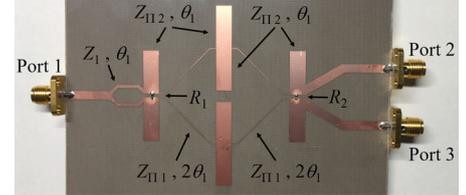
デュアルバンドウィルキンソン型電力分配器

- 非常に広い周波数比 ($f_2/f_1 = 1 \sim 20$) のデュアルバンド設計が可能
- 均一伝送線路の代わりにスタブ付き線路を用いて非常に広い阻止域を実現

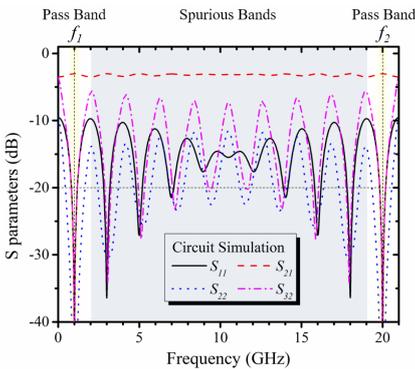


提案デュアルバンド電力分配器

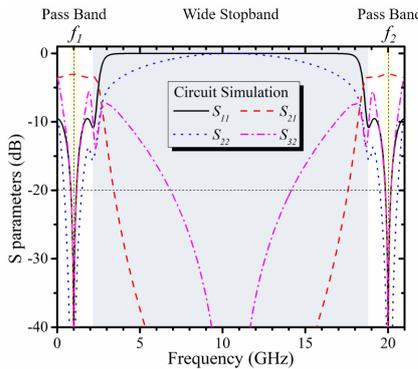
スタブ付き伝送線路を用いた
提案電力分配器



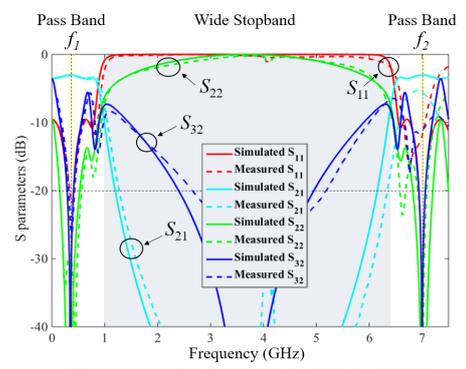
試作回路



回路シミュレーション結果



回路シミュレーション結果



電磁界解析結果と測定結果

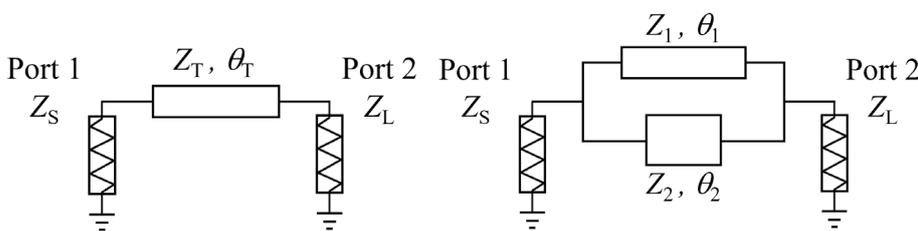
デュアルバンド伝送線路変成器

- 並列型伝送線路変成器によるデュアルバンド設計理論を構築

(例)

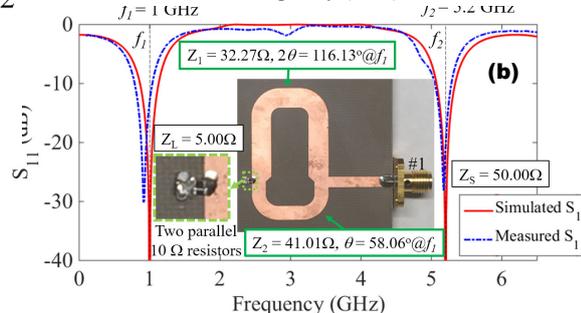
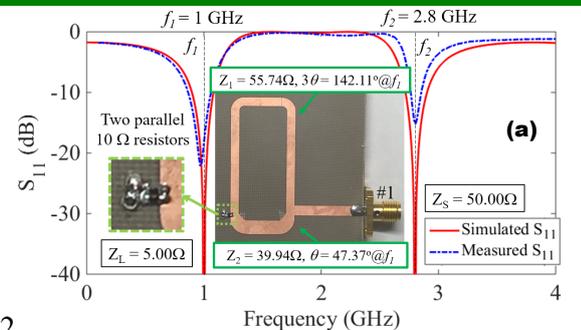
(a) θ_1/θ_2 が奇数の場合: $\theta_1 = 3\theta_2, 2 < f_2/f_1 < 5$

(b) θ_1/θ_2 が偶数の場合: $\theta_1 = 2\theta_2, 3 < f_2/f_1 < 7$



従来の4分の1波長変成器
(シングルバンド)

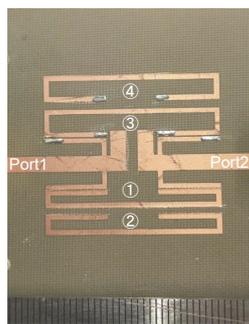
提案する並列型伝送線路変成器
(デュアルバンド)



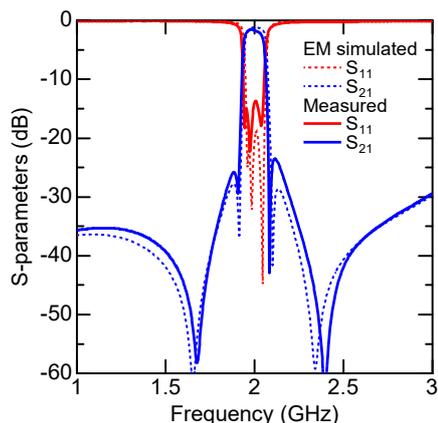


バンドパスフィルタ

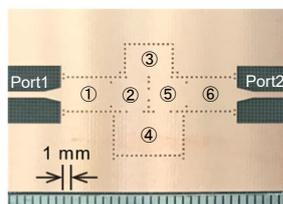
- 一般化チェビシェフ特性が実現できる**新しい結合トポロジーによる有極フィルタ**
- 複数の伝送零点によって**急峻なスカート特性を実現**
- マイクロ波帯・ミリ波帯、平面構造・立体構造でも設計可能な**結合行列による高い設計技術**



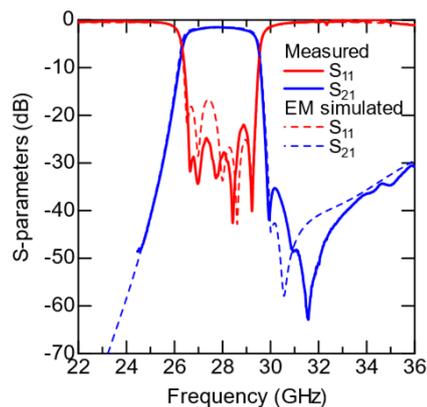
Substrate with $\epsilon_r=2.6$ and thickness $t=1.0$ mm



4段Cul-de-Sac結合マイクロストリップBPF
($f_0=2$ GHz, $\Delta f=100$ MHz)



Substrate with $\epsilon_r=2.2$ and thickness $t=0.254$ mm

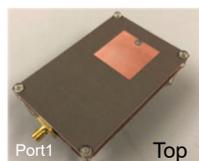


28 GHz帯6段box結合SIW BPF
($f_0=28$ GHz, $\Delta f=3000$ MHz)

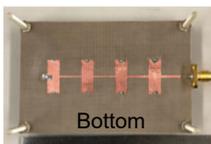


フィルタリングアンテナ (フィルテナ)

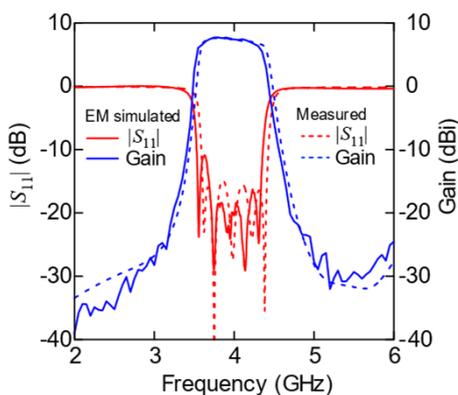
- フィルタの回路合成理論に基づく**フィルタ・アンテナ一体設計**
- アンテナの放射機能とバンドパスフィルタの周波数選択機能を同時に実現



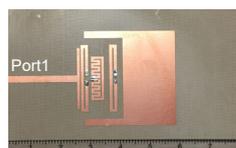
Substrate with $\epsilon_r=2.6$ and thickness $t=1.0$ mm



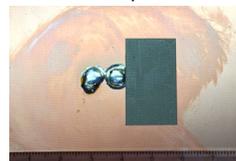
Substrate with $\epsilon_r=2.9$ and thickness $t=0.5$ mm



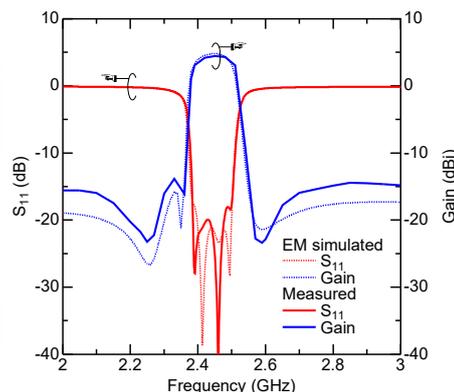
5 段広帯域マイクロストリップフィルテナ
($f_0=4.0$ GHz, $FBW=20\%$)



Top



Substrate with $\epsilon_r=2.6$ and thickness $t=1.0$ mm

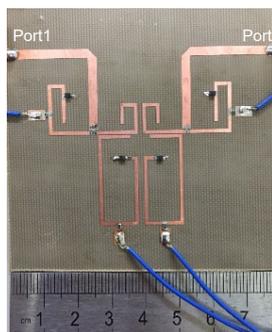


4 段有極形狭帯域マイクロストリップフィルテナ
($f_0=2.45$ GHz, $FBW=5\%$)



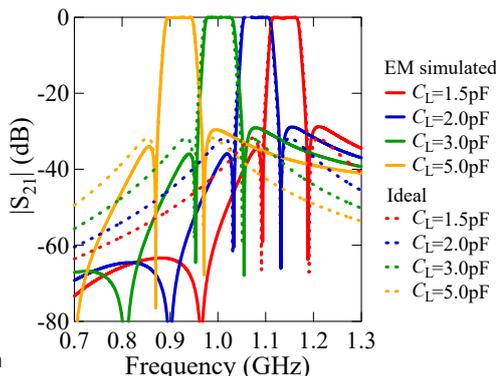
チューナブルバンドパスフィルタ

- 一つのバイアス電圧のみで**絶対帯域幅一定のまま、中心周波数を可変**
- 通過域両側の伝送零点の生成による**急峻なスカート特性を実現**

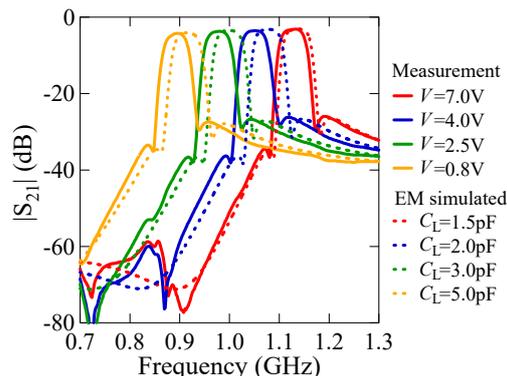


Substrate with $\epsilon_r=2.81$, thickness $t=1.0$ mm

バラクタダイオードを用いた 4段チューナブルBPF



電磁界シミュレーション結果 (理想特性との比較)

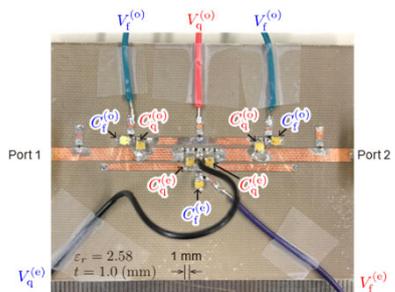


測定結果 (電磁界シミュレーション結果との比較)

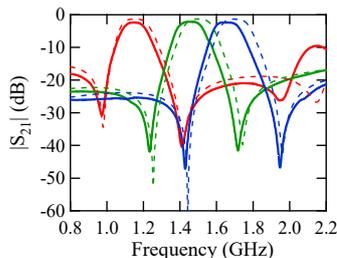


リコンフィギャラブルフィルタ

- 電圧で4つの容量値の組合せを変えて、**中心周波数・帯域幅・伝送零点周波数**を全て可変

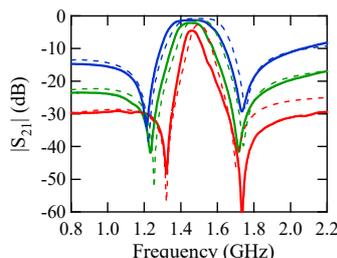


バラクタダイオードを用いた
2段リコンフィギャラブルフィルタ



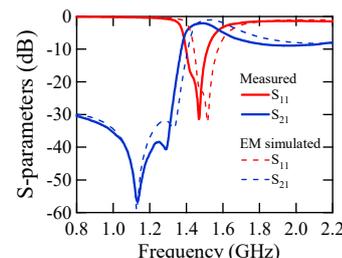
— Measured — EM-simulated

中心周波数可変



— Measured — EM-simulated

帯域幅可変



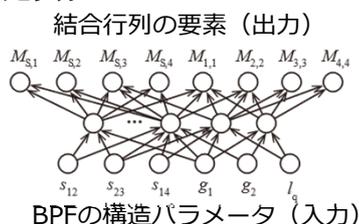
伝送零点周波数可変



ニューラルネットワークによるフィルタ自動設計

- 構造パラメータとその結合行列の関係を**ニューラルネットワーク(NN)**で学習
- 理想特性の結合行列を**逆モデルのNN**に入力すれば**瞬時に構造パラメータの初期値**を出力
- 電磁界シミュレータの代わりに**順モデルのNN**を用いて**高速に構造パラメータを最適化**

① 順モデル



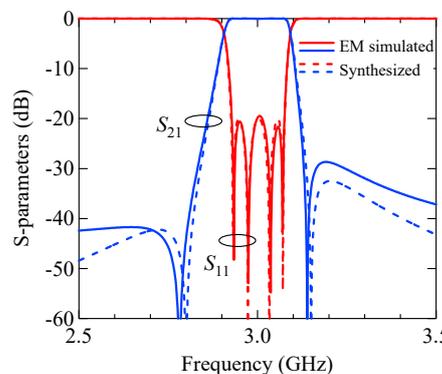
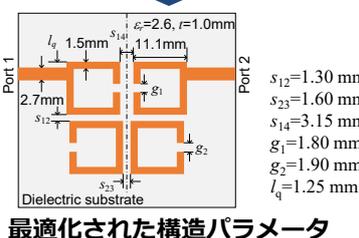
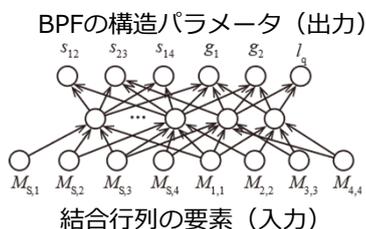
逆モデルに入力された結合行列

$$[M_1] = \begin{bmatrix} 0 & 0.401 & 0.605 & 0.628 & 0.363 & 0 \\ 0.401 & 1.316 & 0 & 0 & 0 & 0.401 \\ 0.605 & 0 & -0.735 & 0 & 0 & 0.605 \\ 0.628 & 0 & 0 & 0.609 & 0 & -0.628 \\ 0.363 & 0 & 0 & 0 & -1.278 & -0.363 \\ 0 & 0.401 & 0.605 & -0.628 & -0.363 & 0 \end{bmatrix}$$

構造パラメータの初期値を出力

順モデルを用いて構造パラメータを最適化

② 逆モデル



順モデルと逆モデルのニューラルネットワークを併用して設計したBPFの周波数特性と理想特性の比較



フィルタの結合行列の合成・抽出ソフトウェア

① 結合行列の合成機能

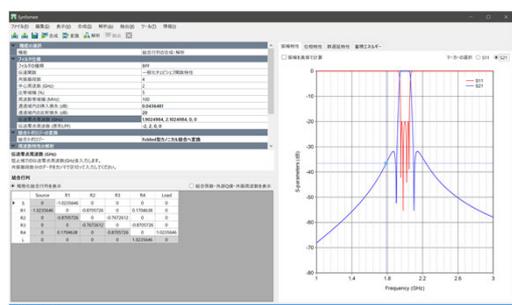
- 設計仕様から**無極フィルタ**（バターワース特性・チェビシェフ特性のBPF）ならびに**有極フィルタ**（楕円関数特性や一般化チェビシェフ特性のBPFまたはBSF）の回路合成が可能

② 結合行列の抽出機能

- **Sパラメータ**（解析・測定結果）から**結合行列**をベクトルフィッティング法によって**抽出**
- 共振器の**無負荷Q値**や**入出力直接結合量**も抽出可能

合成

仕様
↓
結合行列



抽出

周波数特性
↓
結合行列

