$$R\dot{R}^T = \phi^\wedge$$

$$\dot{R}^T = R^T\phi^\wedge$$

$$\dot{R} = (\phi^\wedge)^T R$$

（ΔR 对应李代数 φ）

$$\frac{d(R^{-1}p)}{dR} = \frac{\partial((R\Delta R)^{-1}p)}{\partial(\Delta R)} = \lim_{\varphi \to 0}\frac{(R\exp(\varphi^\wedge))^{-1}p - R^{-1}p}{\varphi}$$

$$= \lim_{\varphi \to 0}\frac{(\exp(\varphi^\wedge))^{-1}R^{-1}p - R^{-1}p}{\varphi} = \lim_{\varphi \to 0}\frac{\exp(-\varphi^\wedge)R^{-1}p - R^{-1}p}{\varphi}$$

（指数映射的逆就是旋转矩阵的逆，对应的旋转向量变号就是旋转回去）

$$= \lim_{\varphi \to 0}\frac{(I-\varphi^\wedge)R^{-1}p - R^{-1}p}{\varphi}$$

（φ 很小，把 $\exp(-\varphi^\wedge)$ 泰勒展开，只保留一阶项）

$$= \lim_{\varphi \to 0}\frac{-\varphi^\wedge R^{-1}p}{\varphi}$$

$$= \lim_{\varphi \to 0}\frac{(R^{-1}p)^\wedge\varphi}{\varphi}$$

$$= (R^{-1}p)^\wedge$$

（ϕ 是 ΔR 对应的李代数）

$$\frac{d\ln(R_1R_2^{-1})^\vee}{dR_2} = \frac{\partial\ln(R_1(R_2\Delta R)^{-1})^\vee}{\partial\Delta R}$$

$$= \lim_{\phi \to 0}\frac{\ln(R_1\exp(\phi^\wedge)^{-1}R_2^{-1})^\vee - \ln(R_1R_2^{-1})^\vee}{\phi}$$

$$= \lim_{\phi \to 0}\frac{\ln(R_1\exp(-\phi^\wedge)R_2^T)^\vee - \ln(R_1R_2^{-1})^\vee}{\phi}$$

（SO(3) 伴随性质）

$$= \lim_{\phi \to 0}\frac{\ln(R_1R_2^T\boxed{R_2\exp(-\phi^\wedge)R_2^T})^\vee - \ln(R_1R_2^{-1})^\vee}{\phi}$$

$$= \lim_{\phi \to 0}\frac{\ln(R_1R_2^T\exp((-R_2\phi)^\wedge))^\vee - \ln(R_1R_2^{-1})^\vee}{\phi}$$

（BCH 线性近似）

$$= \lim_{\phi \to 0}\frac{\ln(R_1R_2^{-1})^\vee + J_r^{-1}(\ln(R_1R_2^{-1})^\vee)(-R_2\phi) - \ln(R_1R_2^{-1})^\vee}{\phi}$$

$$= -R_2J_r^{-1}(\ln(R_1R_2^{-1})^\vee)$$